

115 años

julio 2020

87

INGENIERÍA

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Hacia una movilidad eficiente y sostenible en Uruguay. Proyecto MOVÉS.

Ing. Ariel Álvarez

Historia del alumbrado eléctrico en Uruguay.

Ing. Pablo Thomasset

35 años de un Plan Nacional de Puertos Turísticos Deportivos (1985-2020).

Ing. Edi Juri



Asociación de Ingenieros del Uruguay
Acompañando a la Ingeniería desde 1905

Comisión Directiva

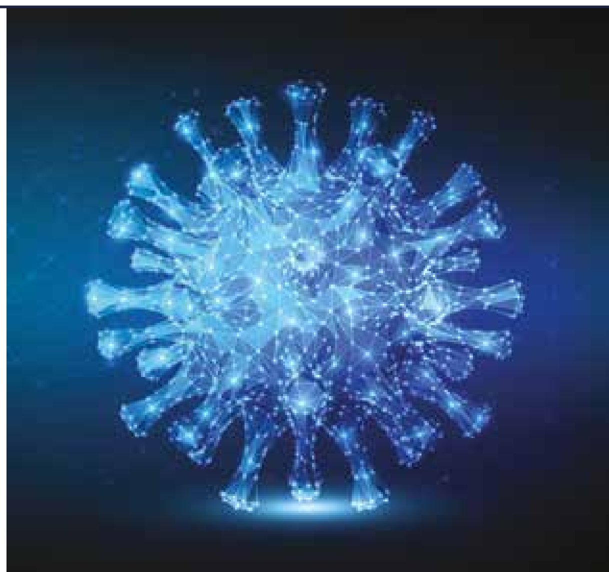
Redactor Responsable
Ing. Miguel Fierro

Diseño Gráfico
Ju Tiscornia

Impresión y encuadernación
Gráfica Mosca
Depósito legal 358055

Contenido

La AIU en tiempos de COVID 19



Ing. Miguel Fierro

En el año del 115 aniversario de la fundación de nuestra querida Asociación, nos toca enfrentar una pandemia a nivel mundial. Esta situación tan particular nos lleva a mí y a mis compañeros de directiva a redoblar esfuerzos a los efectos de entregar a la próxima administración, al final de este periodo en mayo de 2021, una Asociación de la mejor manera posible, tanto en lo que respecta a los socios, como a las finanzas de la institución.

En esta oportunidad y cumpliendo con lo que marca el reglamento y los estatutos, el ultimo día hábil de mayo se llevó a cabo la Asamblea Anual Ordinaria en modalidad semi presencial. Desde la sede, Presidente, Secretario y Tesorero, vía zoom, presentamos a los asambleístas que se conectaron, la Memoria Anual del periodo abril 2019- marzo 2020, el balance económico de la gestión abril 2019- marzo 2020 y el presupuesto para el periodo abril 2020- marzo 2021. Se puede acceder desde la web de la AIU a la memoria anual y en el canal YouTube aingenierosu, a la grabación de la Asamblea.

Como novedad en esta asamblea, se presentaron varias líneas de acción que se pretenden desarrollar como proyectos de mejora de la gestión de la Asociación a los efectos de incrementar la masa social. Este tema que se venía repitiendo en el informe de la Comisión

Fiscal, no se mencionó en esta instancia, pero es evidente que la cantidad de socios viene disminuyendo a un ritmo más acelerado de las afiliaciones que se logran concretar.
Dentro de las líneas de acción que ya se están implementando, me tomo un tiempo para enumerar algunas de las más importantes:

- Desarrollo de un plan de captación de socios, para lo que se hará una consulta mediante encuesta.
- Impulsar la adhesión de los “socios suscriptores”.
- Actualización de la página Web y los canales de comunicación.
- Potenciar las charlas y conferencias vía zoom.
- Realizar gestiones para que Ingenieros Uruguayos tengan posiciones de liderazgo en organismos internacionales (UPADI).
- Brindar asesoramiento en temas contables y legales.
- Promover el uso de los salones que dispone la AIU para el trabajo tipo “Co-Works” para asociados y estudiantes socios suscriptores.

Otra de las preocupaciones de esta Comisión Directiva para este año tan particular son los ingresos que percibe la institución. La gestión económico financiera de la asociación se sustenta en un 90% con la cuota social y en menos de un 5% con las donaciones o sponsorizaciones de las empresas que se adhieren a las pautas publicitarias. El temor es que debida a la recesión económica provocada por la pandemia se vea relejada en una disminución de los ingresos de la AIU. Por lo antedicho es que apuntaremos fuerte a intentar acercar a más colegas.



Siguiendo la tradición de los últimos años, como en el 2018, en este 2020 se entregará nuevamente el Premio Conjunto AIU-IEEE, aún no está definida la fecha, pero si la “nueva normalidad” lo permite sería muy oportuno hacerlo el 12 de octubre, fecha en la cual se conmemoran los 115 años de la fundación de la Asociación de Ingenieros del Uruguay y se festeja el Día del Ingeniero Nacional. Esa misma semana, la Facultad de Ingeniería y la Fundación Julio Ricaldoni están planificando realizar Ingeniería de Muestra. En caso de que todos estos eventos se pudieran llevar a cabo, nos estaríamos enfrentando a una verdadera semana de la Ingeniería.

Por último, quisiera tomarme la libertad para recordar a un entrañable amigo personal y de muchos colegas y directivos de esta Asociación. En febrero de este año, luego de una cruda enfermedad que se lo llevó en muy poco tiempo, nos dejó el Ingeniero Orlando Egüez. Cariñosamente apodado “El Profe”, fue tanto para mí, como para unos cuantos ingenieros más jóvenes que él un referente en varios aspectos. Compañero de viajes a los Juegos Olímpicos de Ingenieros, de trucos y asados, de reuniones de directiva, consejero de la vida. Colaboró honorariamente en la reforma de nuestra sede, tanto en la definición del proyecto, los cálculos y la dirección de obra, fue muy importante su aporte para llevar a cabo la modernización del edificio. En estos dos periodos que me acompañó en comisión directiva participó activamente en comités de UNIT, en la Red Alumni de la Facultad de Ingenieria y represento a la AIU en el acto de colación de grado con un discurso que seguramente muchos van a recordar. Todos los que lo conocieron lo van a extrañar, no solamente porque era un gran profesional si no por su don de gente. Hasta Siempre PROFE.

Hacia una movilidad eficiente y sostenible en Uruguay

Proyecto MOVÉS





Autor: Ariel Álvarez

¿Qué es la movilidad eficiente y sostenible?

La movilidad nos da acceso a las oportunidades, bienes y servicios que ofrece la ciudad, por lo que la movilidad es una necesidad. Además, todos tenemos que poder acceder a estas oportunidades, por lo que la movilidad también es un derecho. Y aunque las razones por las que nos movemos pueden variar, la necesidad y el derecho de desplazarnos y acceder a las oportunidades no cambian. Más que nunca, los tiempos que corren muestran cómo la movilidad es además clave para la economía.

La movilidad sostenible es un concepto que está adquiriendo cada vez más aceptación y eco tanto en la academia como en las políticas públicas: un sistema de movilidad sostenible debe mantener y aumentar el acceso a las oportunidades que ofrece la ciudad, y al mismo tiempo reducir su impacto medioambiental, reducir la congestión en las ciudades y reducir el uso del espacio para vías y estacionamiento de vehículos, así como también reducir la desigualdad por ingresos y género provocada por la priorización del automóvil. La nueva mirada que brinda la movilidad sostenible promueve un cambio de foco: pasar de centrarse en los vehículos privados motorizados (foco tradicional del transporte) hacia a las personas, sus necesidades particulares y su relación con la ciudad, minimizando además los impactos clásicamente asociados a la movilidad.

Es importante recordar el efecto de demanda inducida que tiene el aumentar la capacidad de las vías para automóviles: una vez que se amplía una vía y se reduce la congestión, el costo generalizado del viaje (tiempo+dinero) por esa vía cae, induciendo a que se consuma (viaje) más, volviendo al estado de congestión inicial. ¿Es posible utilizar el espacio vial de una forma más eficiente y sostenible? Orientar este mismo espacio a modos más eficientes en su uso como la caminata, la bicicleta o el transporte público son medidas que, con bajos costos, permiten aumentar la capacidad de las vías y liberar espacio para usos centrados en las personas, como áreas verdes, viviendas, actividades comerciales y recreativas, etc.

Otras formas de aumentar la eficiencia y la sostenibilidad en la movilidad implican cambios estructurales en la infraestructura del transporte y en nuestra forma de pensar las ciudades. Favorecer la instalación de modos de transporte público de alta capacidad y con prioridad de paso como los BRT o férreos, como los tranvías o trenes ligeros, también aumenta la eficiencia y sostenibilidad. Necesariamente son sistemas que se complementan con los modos activos (caminata y bici). A su vez, ciudades compactas y con diversidad de usos (vivienda, comercial, etc.), orientadas al peatón, la bicicleta y el transporte público, mejoran el acceso a las oportunidades que ofrece la ciudad, reduciendo a la vez la intensidad de desplazamientos (y en consecuencia, en energía y emisiones) y los efectos negativos que tienen las ciudades

orientadas al automóvil, particularmente sobre las personas que menos acceso tienen a él: mujeres y personas de menores ingresos.

De igual forma es imprescindible que nuestras ciudades se orienten a la complementariedad entre el transporte público-peatón/bici y que generen ambientes caminables más atractivos y seguros, como por ejemplo zonas verdes, comercios de proximidad, buen alumbrado, diseño considerando aspectos de seguridad y de accesibilidad, bancos de descanso para los que lo necesiten, etc., que redundan en una ciudad más accesible, segura y agradable para todas y todos, independientemente del género, la edad, si vamos solos o llevamos a alguien, o si necesitamos desplazarnos en una silla de ruedas, o llevar un cochecito.

Uruguay y el Proyecto MOVÉS

El transporte en Uruguay es el principal consumidor de derivados de petróleo y principal emisor de CO2. El país cuenta su vez con una matriz de generación de energía eléctrica 95% de origen renovable y limpia. Electrificar el transporte dentro del marco de trabajo de la movilidad sostenible implica una oportunidad enorme y única para nuestro país.

El Proyecto MOVÉS, movilidad eficiente y sostenible, es implementado por el Programa de naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y se ejecuta por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) y el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) con la colaboración de la Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional (AUCI). Su financiamiento es del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM o GEF por sus siglas en inglés).

Su objetivo es promover el uso de modos eficientes y sostenibles como la caminata, la bicicleta y el transporte público, así como la electrificación de éste y del transporte de carga principalmente dentro de las ciudades, a través de varios instrumentos. Se busca facilitar y democratizar la movilidad y, a la vez, minimizar sus impactos negativos sobre las personas y el medioambiente. Desde Movés trabajamos en el marco normativo de la movilidad, la incorporación de vehículos eléctricos a flotas de transporte público y empresas de transporte y logística de ultima milla, buscando lograr un cambio cultural hacia los modos más eficientes y sostenibles.

El proyecto Movés también busca actuar en el transporte de cargas bajo el mismo principio: cambio tecnológico hacia la motorización eléctrica, cambio hacia nuevos vehículos para última milla como bicicletas y triciclos eléctricos, y mejoras operativas como por ejemplo la simulación de vehículos eléctricos en rutas actuales a combustión o la optimización de las rutas.

Iniciativas actuales de MOVÉS

Normativas técnicas, fiscales y relativas a la movilidad

MOVÉS apoya a las instituciones públicas en la definición de incentivos y de una fiscalidad que favorezca el uso de vehículos sostenibles frente a los de combustión. Participa en grupos de trabajo de la Dirección Nacional de Energía (DNE) y la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA, MVOTMA), en la generación de la normativa técnica sobre la seguridad y tecnologías de los vehículos eléctricos y la gestión de sus baterías, así como en la normativa para la reducción de emisiones vehiculares y en el etiquetado de eficiencia energética de vehículos. Además, MOVÉS elabora la Guía de planificación para la movilidad sostenible en conjunto con la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (DINOT, MVOTMA), un producto de conocimiento que apoyará a las ciudades en la incorporación de la movilidad sostenible.

150 ómnibus eléctricos

MOVÉS colabora en la implementación del subsidio a la incorporación de ómnibus eléctricos impulsado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), el MIEM, el MTOP y el MVOTMA, cuyo objetivo es sustituir el 4% de la flota a nivel nacional con nuevos ómnibus eléctricos. Esto significa 150 unidades eléctricas, con características de servicio y accesibilidad mejoradas. Una nueva generación de transporte público...

Conectado a lo anterior, MOVÉS apoyó la realización de diagnósticos organizacionales de género en todas las empresas operadoras de transporte público de Montevideo, a partir de un convenio firmado en conjunto, con el fin de avanzar hacia la igualdad de género en este ámbito, y concretando acciones para evaluar y mejorar la calidad de servicio y convivencia en los ómnibus. Estos planes están siendo replicados en el interior de nuestro país.



Planes Institucionales de Movilidad Sostenible

MOVÉS desarrolló e implementa un programa que, a través de procesos participativos y una metodología especialmente desarrollada, busca promover que los viajes rutinarios al trabajo o al centro de estudios sean en modos sostenibles como los activos (caminando o en bici) y en transporte público. La metodología y el proceso concientizan a las personas sobre la importancia de hacer más sostenibles los desplazamientos diarios, y permiten además buscar soluciones a medida de cada institución para facilitar estos viajes más sostenibles. Se utilizan herramientas innovadoras, como el designthinking y conceptos de la economía del comportamiento, buscando maximizar la apropiación, adhesión y compromiso del personal y de la jerarquía de la institución.

100 pruebas de vehículos eléctricos sin costo

Como forma de acercar la tecnología a potenciales usuarios y de promover el uso de vehículos eléctricos en aplicaciones profesionales, MOVÉS generó un instrumento por el cual las empresas que brinden servicios de carga urbana y logística de última milla pueden hacer uso de bicicletas eléctricas de pedaleo asistido, triciclos eléctricos y utilitarios eléctricos, sin costo durante un mes.

Para ello se firmaron convenios con empresas de alquiler que cuentan con vehículos utilitarios eléctricos, y con empresas proveedoras de bicicletas de pedaleo asistido y de triciclos eléctricos. Esto persigue el doble objetivo de acercar los vehículos a los usuarios, y a la vez promover un nuevo mercado para las empresas de alquiler, las cuales son agentes muy relevantes.

Las empresas y los vehículos a disposición son las siguientes:

Vehículos Utilitarios Eléctricos

- Rentadora DYP. Un vehículo marca BYD, modelo T3.
- Rentadora LOCALIZA. Dos vehículos marca Renault, modelo Kangoo ZE.
- Rentadora EUROPCAR, Tres vehículos marca Renault, modelo Kangoo ZE (pendiente incorporación).

Triciclos Eléctricos y Bicicletas Eléctricas de Pedaleo Asistido

- ECOMOVING. Dos bicicletas eléctricas de pedaleo asistido para reparto (BEPAR).
- MOBILITY. Dos triciclos eléctricos para reparto (TER).
- WHEELE. Un triciclo (TER) y una bicicleta (BEPAR).

Ecosistema de Promoción de la Movilidad Sostenible

Como forma de favorecer la adopción de vehículos sostenibles, cómo los eléctricos, para uso profesional en empresas e instituciones, este ecosistema busca derribar las barreras a la incorporación de estos vehículos frente a los de combustión. A través de acuerdos con diferentes instituciones públicas y privadas, se busca disminuir las barreras a la adquisición de estos vehículos, mediante las siguientes iniciativas:

- Incentivos fiscales existentes a través del IMESI reducido, exoneración de TGA, reducción en patente, etc.
- COMAP: Inclusión de la compra de vehículos utilitarios eléctricos como inversión elegible bajo los beneficios promocionales de la Ley de Inversiones, particularmente para empresas de alquiler.
- Certificado de eficiencia energética del MIEM / DAEE
- Seguros con cobertura todo riesgo con tarifa preferencial.
- Créditos Verdes en bancos comerciales con condiciones favorables de financiación, apalancados en los ahorros económicos y beneficios medioambientales que conllevan
- Condiciones ventajosas para el acceso de financiación para MIPyMES a través del apoyo de ANDE.
- Programas del MIEM / DINAPYME para estudios para la implementación de soluciones eficientes y sostenibles en estas empresas.

▪ Pruebas de vehículos eléctricos sin costo de alquiler durante un mes, financiadas por el Proyecto MOVÉS.
▪ Programa Flota Verde para empresas, impulsado por MOVÉS.

Programa Flota Verde para empresas
A través de esta iniciativa MOVÉS se acerca a las empresas para promover el análisis y la identificación de oportunidades para la optimización de sus flotas y sustituir sus vehículos por otros más sostenibles, como los eléctricos o modos activos.

El Programa plantea una metodología que implica **diagnosticar** la operativa y definición de necesidades de transporte, haciendo particular énfasis en los km promedio mensuales y máximo diario que recorre cada tipo de vehículo. A partir de allí, **identificar** oportunidades para poder substituir la flota a vehículos y modos más sostenibles. Este análisis buscará tanto la transformación de cada vehículo uno por uno a otro más sostenible, como la modificación de rutas para hacerlas más eficientes y adaptarlas al uso de vehículos eléctricos o activos. Asimismo se podrá analizar la complementariedad de toda la flota de forma a que en su conjunto sea más eficiente y sostenible.

A partir del diagnóstico y la identificación de oportunidades, se define un **Plan de Acción** de mejora con **impacto positivo sostenible** en la reducción de emisiones globales de la operación (incluyendo la medición de esta reducción), pero también con impacto económico positivo en el negocio. Incluye además una instancia de **evaluación** de resultados y revisión del plan original para potenciarlos, a los 6 meses del lanzamiento del plan.

Este programa se nutre del Ecosistema de Promoción de la Movilidad Sostenible, ya que a partir del análisis que se realice las empresas pueden beneficiarse de las pruebas sin costo de vehículos eléctricos por un mes y de todos los beneficios para concretar el recambio e incorporación de vehículos más sostenibles a su flota.

Equipo Movés

Ariel Álvarez Gebelín,
Coordinador.

Carla Falconi,
Administración y
asistencia del proyecto.

Emiliano Roselló,
Aspectos normativos
y ambientales.

Ignacio Simon,
Economista del proyecto.

Martín Piñeyro,
Aspectos tecnológicos
del transporte.

Valentina Vincent,
Aspectos de la movilidad
y planificación territorial.

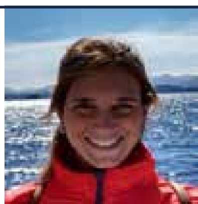









Recuperación de fósforo de fuentes puntuales para reuso en fertilizantes



Héctor García, Ph.D., M.Sc.
IHE Delft, Delft, Países Bajos
Tineke Hooijmans, Ph.D., M.Sc.
IHE Delft, Delft, Países Bajos
Diana Miguez, Ph.D.
Latitud, Montevideo, Uruguay
Carlos Arturo Madera, Ph.D., M.Sc.
Universidad del Valle, Cali, Colombia

Autor: Ing. María Victoria Barcala

En 2015 se graduó de Ingeniera Civil Hidráulica Ambiental de la UdelaR. En 2018 se graduó con honores de la Maestría en Ingeniería Sanitaria del IHE-Delft, siendo el presente trabajo, su tesis de maestría. Actualmente trabaja en Deltares como investigadora joven en un proyecto que busca cómo recuperar fósforo de fuentes difusas (P-TRAP). La investigación es también parte de su doctorado en la Universidad de Utrecht.

Dirección: Ronsseweg 151, 2803 ZT, Países Bajos. Tel.:+598 99 26 42 81 e-mail: mvbarcala@gmail.com

El presente trabajo resume la investigación que se condujo en el marco de una tesis de Maestría en Ingeniería Sanitaria en el instituto IHE Delft, para estudiar las perspectivas de recuperar Fósforo (P) de efluentes en las cuencas más sensibles del país mediante precipitación con Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). En la idea detrás fue usar el precipitado como fertilizante, mejorador de suelos, o materia prima para la producción nacional de fertilizantes. Colaboraron con este estudio: Latitud (Fundación LATU), Univalle, el Instituto Pasteur de Montevideo, el Instituto de Ingeniería Química de la Universidad de la República y 11 industrias.

Introducción

El P es un recurso no renovable y es estratégico para economías que dependen de la agricultura. Cada año Uruguay Importa 200.000 toneladas de fertilizantes fosfatados (MGAP 2016), este P se incorpora en el ciclo biogeoquímico del P, desequilibrando la balanza hacia un exceso de este nutriente, (Desmidt, 2015). El P importado se aplica al campo y parte es incorporado en los cultivos. Otra parte es erosionada debido a la escorrentía y termina en las aguas superficiales, este fenómeno es especialmente importante en climas como el uruguayo con lluvias intensas. Del P incorporado en los cultivos, una parte egresa del sistema como exportaciones, y otra parte es consumido en el territorio tanto por el ganado como la industria alimentaria y la población y termina volviendo al medio como deshecho puntual o como fuente difusas (Rittmann et al. 2011).

La contradicción en el P es que la abundancia se da a la vez de la escases, en los últimos años se ha movilizado el P de la corteza terrestre hacia los campos. Esto ha posibilitado un aumento en la producción de alimentos pero a la vez ha causado problemas por exceso de P en las fuentes de agua (WBG 2017). El P es por lo general el elemento limitante para el crecimiento de biomasa en los ecosistemas fluviales.

En Uruguay, el 70% de los cursos de aguas presentan valores de nutrientes lo suficientemente elevados como para clasificarlos de eutróficos (Smith and Schindler 2009). Con consecuencias que todos recordamos como el sabor y olor del agua potable proveniente del río Santa Lucía y la Laguna del Sauce y el crecimiento de cianobacterias a lo largo de la costa de último verano. Se estima que el 20% del P en las aguas superficiales proviene de fuentes puntuales y el 80% de fuentes difusas (Chalar et al. 2011) (JICA and DINAMA 2010). Debido a las diferencias en concentraciones de P en ambas fuentes, resulta más

conveniente plantear recuperar el P de las fuentes puntuales (Mayer et al. 2016).

Esta tesis propone la precipitación con Mg y con Ca en vista de precipitar Estruvita e Hidroxiapatita respectivamente. El primero es utilizado de por sí un fertilizante y el segundo tiene la misma composición química que la apatita, la roca que se utiliza como materia prima en la producción de fertilizantes.

Metodología

Se realizó primero un análisis de la información pública disponible mediante una solicitud de información pública a Dinama, se seleccionaron las posibles industrias con potencial para recuperar P. Se entrevistaron estas industrias y se les pidió colaboración con la investigación. La amplia mayoría de las industrias se mostraron abiertas a la idea. Este trabajo realizó experimentos para determinar la eficiencia y productividad de la recuperación de P en efluentes de: chacinados, frigoríficos, tambos, feedlots, industrias lácteas, industria quesera, secado de carne y efluentes municipales. Se realizó una campaña de muestreo en 19 industrias en las cuencas del río Santa Lucía y de la Laguna del Sauce. Se analizó en el laboratorio: P total, P inorgánico soluble, Amonio, Mg, Ca, DQO, también se midió in situ el pH y el caudal. La medición se realizó en varios puntos cuando era posible.

Los puntos donde a priori la precipitación sería más efectiva son: a la salida del reactor anaerobio (si hubiera) y en el efluente final. A la salida en ambientes anaerobios las bacterias acumuladoras de P liberan este nutriente, por lo que es un punto del sistema con alto P soluble. A la salida el efluente se encuentra más clarificado y habría menos interferencia de otras substancias en la precipitación. Todas las muestras industriales superaron el límite establecido de P por el Decreto 253/79.

Luego se seleccionan las industrias con mayor potencial de recuperación de P. Se realizan ensayos de jarras estandarizados (ASTM D2035-13) con el propósito de analizar la remoción de P al añadir Mg y Ca. El pH se incrementó a 8.5 para los ensayos con Mg y a 10 para los ensayos con Ca. En todos los ensayos se dejó un banco donde sólo se modificaba el pH y no se agregaban ni sales de Mg ni de Ca. En los ensayos con Mg en los que la relación NH4:P fuera menor a 2:1 se agrega NH4. La altura del precipitado y la concentración de P inorgánico en el sobrenadante

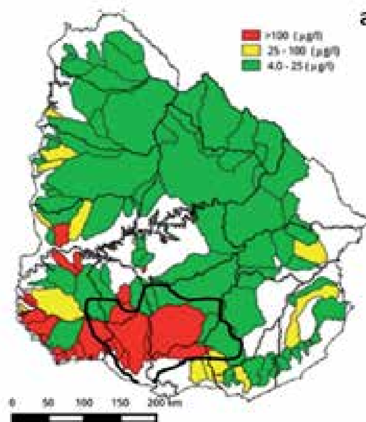


Figura 1 P disuelto en cursos de agua en Uruguay modificado de Carrasco, Berreta, & Eguren, (2014)

eran medidas terminado el experimento. Con esto se estima la remoción de P y la producción de lodos. Luego con el contenido de P en las cenizas se realizará un balance de P. Luego se seleccionan las industrias con mayor potencial de recuperación de P. Se realizan ensayos de jarras estandarizados (ASTM D2035-13) con el propósito de analizar

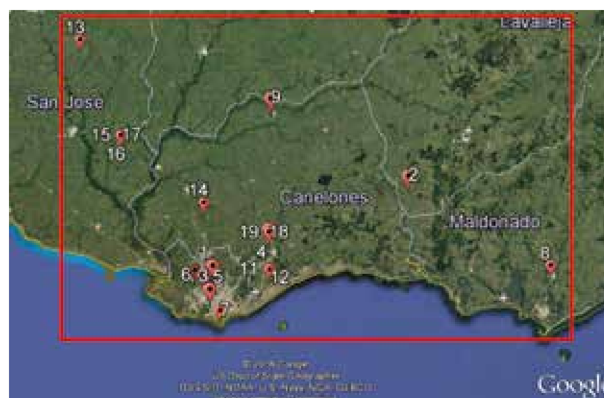


Figura 2 Puntos de muestreo en las cuencas de laguna del Sauce y del Santa Lucía.

la remoción de P al añadir Mg y Ca. El pH se incrementó a 8.5 para los ensayos con Mg y a 10 para los ensayos con Ca. En todos los ensayos se dejó un banco donde sólo se modificaba el pH y no se agregaban ni sales de Mg ni de Ca. En los ensayos con Mg en los que la relación NH4:P fuera menor a 2:1 se agrega NH4. La altura del precipitado y la concentración de P inorgánico en el sobrenadante eran medidas terminado el experimento. Con esto se estima la remoción de P y la producción de lodos. Luego con el contenido de P en las cenizas se realizará un balance de P.

Para determinar el contenido de sólidos se filtra, usando una filtro 41 Watman de 200-220 μm, una alícuota de la jarra haciendo uso de una bomba de vacío. Luego el filtro se seca a 40°C por 48 horas para simular un método de secado barato reproducible por las industrias. No todo el precipitado es inorgánico, parte de lo obtenido es materia orgánica coagulada que sedimenta en las jarras. Para separar la parte inorgánica se incinera el precipitado a 550 °C. Se realizan pesas del filtro seco, el filtro más el precipitado seco, los crisoles, y los crisoles más las cenizas.



Figura 3 SEM y EDX

Las cenizas son analizadas en Facultad de Ciencias con el microscopio electrónico de barrido (SEM, Jeol JSM 5900LV, SN 6354) y se estudia el contenido de nutrientes y metales pesados con un espectrofotómetro dispersor de rayos X (EDX).

Resultados

Comparando la normativa internacional, en Uruguay el Decreto 253/79 y sus modificaciones establece un límite de 5 mg/L para todo vertido a curso de agua, en Europa la directiva del consejo 91/271/EEC establece 1 o 2 mg/L de límite de vertido dependiendo de la carga. En Estados Unidos se fijan 2 mg/L a nivel nacional en el Clean Water Act EHS Guidelines.

La variación en las concentraciones de P en el efluente es alta, y excepto las municipalidades, las industrias no cumplen con la norma. La información obtenida en la campaña de muestreo fue consistente con la información brindada por Dinama, ver Tabla 1 y Tabla 2.
En términos generales, la eficiencia de

Figura 4 Materiales y equipos utilizados. 1: equipo de toma de muestras, 2: cámara de refrigeración de muestras, 3: espectrofotómetro, 4: equipo de jarras, 5: filtro y bomba de vacío, 6: filtros con precipitado a 40°C, 7: mufla a 550 °C, 8: fracción inorgánica del precipitado.

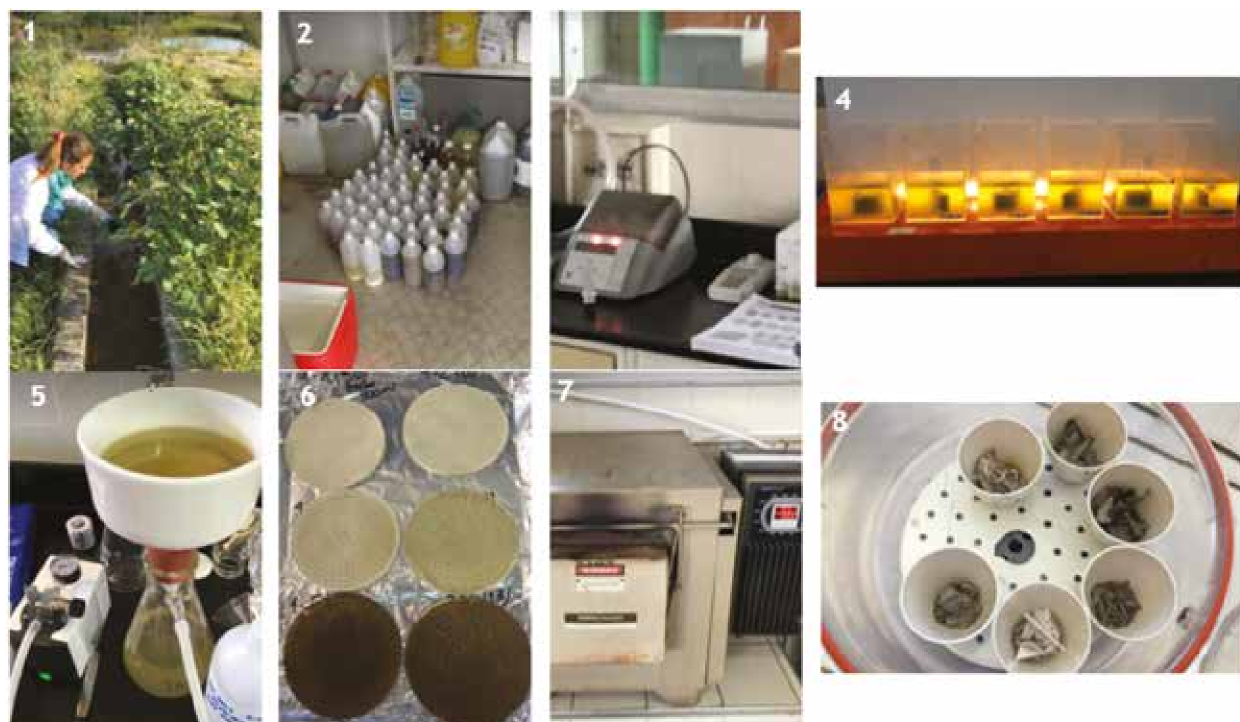


Tabla 1 Información preliminar

Effluent source	TP (mg/L) Average	STD	n	NH4 (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Fuente
Feedlot	38.2	38.4	17	82	-	-	Dinama
Industria Lactea	11.8	21.0	222	15	-	-	Dinama
Frigoríficos	20.0	10.8	240	105	-	-	Dinama
Chacinados	20.0	7.3	34	69	-	-	Dinama
Bebidas sin alcohol	13.4	5.0	50	29	-	-	Dinama
Efluente doméstico	1.0	0.6	12	8	-	-	Dinama
Tambo	120.3	96.3	6	230	467	257	Entrevista
Avícolas	20.2	-	1	2.2	-	-	Entrevista
Caña de azúcar	89.6	72.4	8	543	-	370	Entrevista

remoción por adición de Ca es mayor que con Mg, sin embargo la producción de lodo fue mayor. La remoción de P en el blanco es significativamente más baja, 64% de remoción comparado con 94% de remoción para algunos test de jarras jarras, por lo que se concluye que el P disminuye al precipitar con los iones agregados y no es un efecto del pH. La remoción en las jarras fue mayor al 80% y en algunos casos mayor al 90%. El efluente de tambo fue el que dio peores resultados, esto se estima que fue por el gran contenido de sólidos suspendidos.

Analizando las cenizas se tiene que se obtuvo mayor porcentaje de P en fase sólida para el precipitado de Mg que del de Ca. En las imágenes la mayoría de las muestras eran amorfas, solo una presentó forma de cristales, que se cree es Dittmatita, un monohidratado similar a la Estruvita (Rahman et al. 2014b). No se encontró contenido de metales pesados en ninguna de las muestras. Tampoco se encontró N en la cenizas, se cree que se puede haber volatilizado durante la incineración.

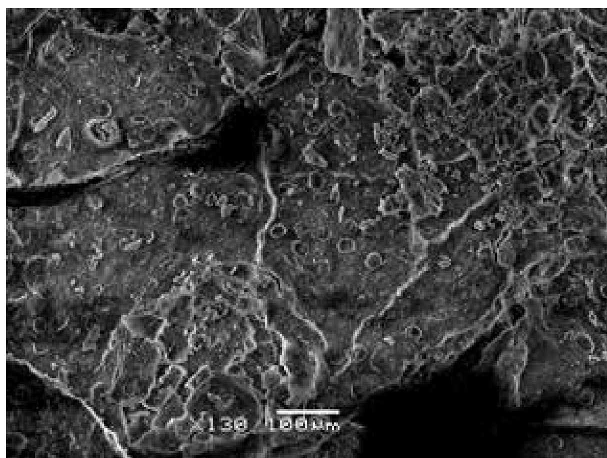


Figura 5 Precipitado amorfo

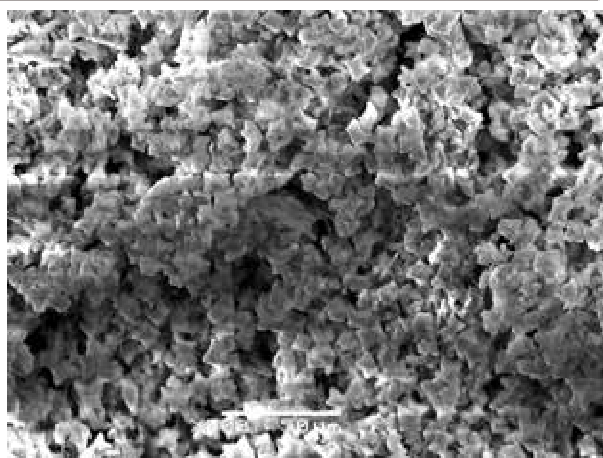


Figura 6 Cristales, posiblemente Dittramita

Discusión

El P es el parámetro del Decreto 253/79 con menor rango de cumplimiento para vertidos a cursos de agua. En los casos en los que se busca remover P el método más usado en nuestro país es precipitación mediante adición de Cloruro Férrico o Sulfato de Aluminio. Aunque esto cumple con el objetivo de remover el P, en general lo hace difícil de reutilizar, por un lado el precipitado comparte el destino del resto de los lodos de la planta y por otro lado el P ligado al Aluminio y al Hierro no es disponible fácilmente por las plantas, por lo que no cumple un buen papel como fertilizante.

La precipitación en el laboratorio se realizó con agua industrial real, mediante ensayos de jarras. La eficiencia de remoción del P inorgánico soluble fue en la mayoría de los casos mayor al 90%. Los resultados no fueron tan favorables para los tambos, esto se cree que fue debido al alto contenido de sólidos del efluente. La eficiencia de remoción de P fue más alta al agregar Ca, sin embargo este método produjo más lodo y por lo tanto menor porcentaje de P en la fase sólida. La eficiencia con Mg igual fue alta y el porcentaje de P en la fase sólida fue mayor.

Tabla 2 Resultados de la campaña de muestreo

N	Sample	PO4-P(mg/l)	Q (m3/d)	M P(Kg/d)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	COD (mg/l)	NH4-N (mg/l)	PO4-P (mg/l)	PT-P (mg/l)	PO4/TP	PO4/NH4	Jar test	%PR Mg	%PR Ca
		±1			±10%	±10%	±12	±6	±1	±1	Molar	Molar			
		kit 00673			LATU	LATU	kit 14541	kit 14752	kit 00673	kit 00673	ratio	ratio			
1	Frigorifico 1	17.4	50.7	0.9	58	23	97	20	17.4	19.1	0.91	0.39	NO	-	-
2	Frigorifico 2	32.5	80	2.6	45	13	271	116	32.5	34	0.96	0.13	NO	-	-
3	Chacinados 1	8	69.6	0.6	100	26	184	14.5	8	8.9	0.90	0.25	NO	-	-
4	Frigorifico 3	28.6	100	2.9	47	13	261	600	28.6	32.2	0.89	0.02	SI	10	88
5	Chacinados 2	44.4	100	4.4	100	27	694	66	44.4	46.9	0.95	0.30	SI	25	94
6	Sub productos cárnicos	1440	17	24.5	35	12	6600	2100	1440	2240	0.64	0.31	SI	96	98
7	Efluente doméstico 1	2.9	240000	696	36	10	69	1	2.9	3.5	0.83	1.31	NO	-	-
8	Efluente doméstico 2	2.3	3000	6.9	32	7.5	39	68	2.3	3	0.77	0.02	NO	-	-
9	Industria Lactea 1	2.7	1000	2.7	45	12	140	101	2.7	3.3	0.82	0.01	NO	-	-
10	Chacinados 3	25.6	15.9	0.4	63	23	270	135	25.6	30.3	0.84	0.09	NO	-	-
11	Efluente domestic 3	-	-	-	11	46	-	-	-	-	-	-	NO	-	-
12	Lodo de efluentes domésticos	3.7	10	0	13	78	248	15	3.7	5.5	0.67	0.11	NO	-	-
13	Feedlot 1	26.5	rain	-	79	56	6800	58	26.5	32.4	0.82	0.21	SI	46	96
14	Industria Lactea 2	105	25	2.6	210	88	11800	82	105	128	0.82	0.58	SI	0	0
15	Industria Lactea y quesería 1	971	300	291.2	1300	330	more than 15000	72	971	1140	0.85	6.09	NO	-	-
16	Industria Lactea y quesería 2	420	40	16.8	660	160	less than 1000	15	420	480	0.88	12.65	NO	-	-
17	Industria Lactea y quesería 3	490	80	39.2			3600	20	490	530	0.92	11.06	SI	0	94
18	Frigorifico 4	260	400	93.6	36	17	11400	26	260	250	1.04	4.52	SI	93	85
19	Frigorifico 5	240	400	86.4	38	13	less than	9	240	240	1.00	12.04	SI	95	94

La fase sólida fue cuantificada en altura del lodo y peso seco. El porcentaje de nutrientes y de metales pesados fue determinado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República con el microscopio electrónico de barrido y espectroscopia de dispersión de rayos X. Ninguna de las muestras sólidas presentó metales pesados. El contenido de P promedio rondó en 15%, y el mejor resultado fue de 25%. El fertilizante de uso industrial "Triple15" tiene 6.5% P en peso, y el "Superfosfato" 8.7%. Po tanto, el contenido de P obtenido en fase sólida es alto y tiene potencialmente buenas características para ser usado como fertilizante.

Por último se realizó un estudio económico preliminar y se determinó para qué industrias era conveniente el uso de esta tecnología. Para la evaluación se utilizaron los parámetros económicos TIR (Taza interna de retorno) y el tiempo de recuperación de la inversión para el caso en que la industria comercialice el fertilizante. La recuperación de la inversión es de aproximadamente 4 años.

Debido a las cantidades de fertilizante que se proyectaron obtener, 36 Kg de P por día, y un estudio preliminar de mercado, se recomienda vender el producto como mejorador de suelo en tiendas especializadas de productos orgánicos y no tanto como materia prima para la industria nacional de producción de fertilizantes. Se espera que los resultados económicos positivos impulsen a las industrias a utilizar esta tecnología y así disminuir los aportes de P en los cuerpos de agua.

Conclusiones

Se propuso un enfoque integral para reducir el aporte de P de fuentes puntuales en Uruguay, la investigación es original y aporta nuevos conocimientos a la gestión de P en el país. Se involucró a todos los actores relevantes: industrias, servicios públicos, administración pública, academia. La solución propuesta mejora el balance de P.

Se considera posible técnica y económicamente la recuperación de P de la industria alimenticia en la producción de chacinados, productos lácteos y quesos, derivados de la carne, y frigoríficos.

Aunque se estima que solamente un 20% del P de las aguas superficiales proviene de fuentes puntuales, se destaca que este aporte podría ser disminuido notablemente disminuyendo las concentraciones de P en los puntos de descarga. De los registros de Dinama y las muestras analizadas solamente las aguas residuales domésticas cumplen con el límite de la normativa para P. Es frecuente que las industrias viertan de 5 a 10 veces el estándar.

El método propuesto tiene más de 80 % de eficiencia en remoción de fósforo. Se cree por lo tanto que esta tecnología puede ayudar a las industrias a cumplir con el estándar. Aunque en la mayoría de las industrias no se cuenta con una unidad de tratamiento para la remoción de P, el tema es notado como un aspecto de relativa importancia, ya que se espera que en los próximos años los controles se incrementen. La recuperación de P ofrece una ventaja económica ante la remoción de fósforo.

Agradecimientos

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación y a la Fundación Bill y Melinda Gates por financiar esta investigación y mis estudios de posgrado. A las industrias que me gentilmente permitieron tomar muestras y entrar a sus instalaciones. Al instituto de Ingeniería Química, y al Instituto Pasteur.

Referencias Bibliográficas

1. Barreto P, Ernst O, Bidegain Pérez M, Perdomo C (2013) Cuantificación de las pérdida de fosforo por escorrentía en diferentes rotaciónes de suelos de uruguay. 97.
2. Chalar G, Arocena R, Pacheco JP, Fabián D (2011) Trophic assessment of streams in Uruguay: A Trophic State Index for Benthic Invertebrates (TSI-BI). Ecol Indic 11:362–369. doi: 10.1016/j.ecolind.2010.06.004
3. Desmidt E, Ghyselbrecht K, Zhang Y, et al (2015) Global Phosphorus Scarcity and Full-Scale P-Recovery Techniques: A Review. Crit Rev Environ Sci Technol 45:336–384. doi: 10.1080/10643389.2013.866531
4. Elser JW (2010) Peak Phosphorus. In: Policy, F. (Ed.).
5. JICA, DINAMA (2010) Pollution control and water quality management in the Santa Lucía river basin, Control de contaminación y gestión de la calidad de agua en la cuenca del río Santa Lucía. Montevideo
6. Kataki S, West H, Clarke M, Baruah DC (2016a) Phosphorus recovery as struvite from farm, municipal and industrial waste: Feedstock suitability, methods and pre-treatments. Waste Manag. 49:
7. Kataki S, West H, Clarke M, Baruah DC (2016b) Phosphorus recovery as struvite : Recent concerns for use of seed , alternative Mg source , nitrogen conservation and fertilizer potential. "Resources, Conserv Recycl 107:142–156. doi: 10.1016/j.resconrec.2015.12.009
8. Mar SS, Okazaki M (2012) Investigation of Cd contents in several phosphate rocks used for the production of fertilizer. Microchem J 104:17–21. doi: 10.1016/j.microc.2012.03.020
9. Mayer BK, Baker LA, Boyer TH, et al (2016) Total Value of Phosphorus Recovery. doi: 10.1021/acs.est.6b01239
10. MGAP (2016) Fertilizer importation statistics, Datos estadiaticos de importaciones de fertilizantes. http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/direccion-general-de-servicios-agricolas/tramites-y-servicios/servicios/datos-fertilizanteshttp://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/direccion-general-de-servicios-agricolas/tramites-y-servicios/servicios/datos-fertil. Accessed 1 Jan 2017
11. Muster TH, Douglas GB, Sherman N, et al (2013) Chemosphere Towards effective phosphorus recycling from wastewater : Quantity and quality. Chemosphere 91:676–684. doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.01.057
12. Rahman MM, Salleh MAM, Rashid U, et al (2014a) Production of slow release crystal fertilizer from wastewaters through struvite crystallization - A review. Arab J Chem. doi: 10.1016/j.arabjc.2013.10.007
13. Rahman MM, Salleh MAM, Rashid U, et al (2014b) Production of slow release crystal fertilizer from wastewaters through struvite crystallization - A review. Arab J Chem 7:139–155. doi: 10.1016/j.arabjc.2013.10.007
14. Rittmann BE, Mayer B, Westerhoff P, Edwards M (2011) Capturing the lost phosphorus. Chemosphere 84:846–853. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.02.001
15. Scasso F, Mazzeo N (2000) Ambientes acuáticos urbanos. En: Perfil Ambiental del Uruguay. Nordan-Comunidad 205–218pp.
16. Smith VH, Schindler DW (2009) Eutrophication science: where do we go from here? Trends Ecol Evol 24:201–207. doi: 10.1016/j.tree.2008.11.009
17. Szögi AA, Vanotti MB, Hunt PG (2015) Phosphorus recovery from pig manure solids prior to land application. J Environ Manage 157:1–7. doi: 10.1016/j.jenvman.2015.04.010
18. WBG WBG (2017) Fertilizer consumption (kilograms per hectare of arable land). https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.CON.FERT.ZS?view=chart.

Semblanza del Ing. Víctor Stevenazzi (1928 – 2020)

Autor: Ing. Edgardo Verzi

Tuve la suerte de compartir con Víctor tareas profesionales durante unas dos décadas, en diferentes proyectos de Ingeniería Civil.

El profundo conocimiento de su especialidad y la equilibrada ponderación con la que emitía sus juicios, asociado con la naturalidad y el placer que trasmitía al plantear una solución ante determinado problema, caracterizaron su ejercicio profesional.

De trato amable y actitud cordial, encontraba rápidamente el nexo vinculante con cualquier interlocutor. Disfrutaba del cotidiano encuentro con quienes integrábamos el equipo de trabajo. Sus ocurrencias propias del momento, diluían el problema planteado y lo conducían magistralmente a una visión y un encare sencillo, preciso, apropiado.

Desde ese proceder, habitual en su modalidad, diseminaba consejos, ampliaba el panorama y a la vez trasmitía una paz oportuna para el trabajo en equipo.

Con una ética consolidada en su experiencia, el respeto profundo del prójimo y su disposición a colaborar generosamente, conducía serenamente los proyectos abordados sin contratiempos ni improvisaciones.

Fue un referente de la Ingeniería Nacional, en la especialidad de Geología, y pionero en Aereo fotointerpretación, disciplina de la cual era un reconocido experto.

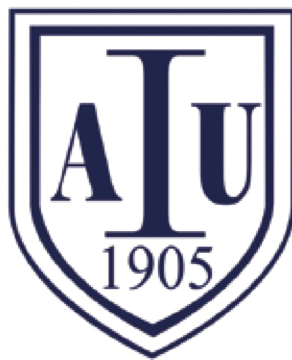
Participó, entre otros, en tres de los más importantes proyectos de la segunda mitad del S XX: Las fundaciones de las pilas del puente internacional Gral. San Martín, las fundaciones de las torres de Trasmisión de alta tensión del sistema Salto Grande / Palmar / Montevideo y las fundaciones del Emisario subacuático de Punta Carretas.

Reconocido internacionalmente, fueron contratados sus servicios profesionales en Brasil, Ecuador, Perú, Chile y desde Argentina, entre otros, como el experto apropiado para dirimir un problema de uso de las aguas del río Atuel entre las provincias de Mendoza y La Pampa.

Compartíamos el placer de la escucha de la música clásica y sabía deleitarnos con sus precisas interpretaciones como guitarrista. Disfrutábamos de la observación de las aves y su comportamiento así como de las expresiones de la naturaleza en general.

En su visita a este planeta sembró las cualidades esenciales del comportamiento humano, que continuarán floreciendo en todos y cada uno de quienes tuvimos la fortuna de transitar con él los senderos de la vida.





¿QUÉ ES AIU?

La AIU es una asociación civil con finalidad gremial fundada el 12 de octubre de 1905, con personería jurídica reconocida por Resolución del Poder Ejecutivo de fecha 28 de julio de 1922.

¿QUÉ HACEMOS COMO ASOCIACIÓN?

Fortalecemos permanentemente la institución para beneficio de sus asociados, de la profesión en general y de la sociedad. Promovemos la comunicación y el intercambio técnico y de experiencias entre asociados. Nos relacionamos con instituciones nacionales y extranjeras.

¿QUÉ BUSCAMOS?

Ser reconocidos como una institución referente de la ingeniería nacional y contribuir mediante su superación al desarrollo de la ingeniería del país, al progreso y bienestar social y a la dignificación profesional.

Desmitificando la tecnología del contact tracing

Breve descripción del proyecto (DP-3T), para el rastreo de proximidad de contactos de infectados por COVID-19

Autor: Ing. Marcelo Erlich

Introducción

La idea básica detrás del rastreo de proximidad digital a través de aplicaciones móviles es usar señales Bluetooth de baja energía (BLE) para estimar la proximidad física entre dos teléfonos inteligentes.

La configuración de Bluetooth se define para usar una dirección aleatoria y para evitar inferencias entre el dispositivo móvil y el identificador de proximidad móvil y se cambia sincrónicamente con esa dirección para evitar la vinculación de los identificadores de proximidad móvil. Además, los eventos recibidos por servicio de detección de contactos, tienen una marca de tiempo, pero no son ubicables. El intervalo y la ventana de escaneo deben ser suficientes para descubrir anuncios de proximidad, es decir, eventos enviados desde los servicios de detección de contactos cercanos.

El proceso requiere la participación de los teléfonos inteligentes de los pacientes infectados, de todos los teléfonos inteligentes con quien la persona diagnosticada positivo tuvo contacto, el backend y la autoridad de salud.

La principal funcionalidad que dicha aplicación debe proporcionar es informar, a la brevedad, a quienes podrían haber estado expuestos al virus, a través de un contacto físico de corto alcance con una persona infectada.

El rastreo de proximidad debe permitir determinar quién ha estado muy cerca físicamente de una persona con COVID-19, sin revelar la identidad del contacto ni cuándo ocurrió exactamente o dónde se produjo el mismo.



El sistema tiene como premisa que la descarga de la aplicación es voluntaria y en general las autoridades sanitarias instan a la población que se la descargue.

Muchos países desean que los sistemas requieran que un usuario infectado sea diagnosticado por una autoridad médica reconocida antes de que se pueda comenzar el proceso de localización de contactos.

La aplicación de exposición de contactos propuesta por Google y Apple implementa una serie de requisitos para un sistema de autorización de carga segura, que además resuelve los posibles problemas de seguridad y privacidad.

La solución debe cumplir con los siguientes requisitos entre otros:

Legales:

Es recomendable que exista normativa que habilite el rastreo de proximidad (o rastreo de contactos) En general el mismo está legalmente anclado en la Ley de Protección de Infecciones y lo llevan a cabo las autoridades sanitarias.

Funcionales:

- Completitud: el historial de contactos debe ser completo.
- Precisión: los eventos de contacto informados deben reflejar la proximidad física real.
- Integridad: los eventos de contacto deben ser auténticos, sin posibilidad de falsificar los mismos.
- Confidencialidad: un actor malintencionado no puede acceder al historial de contactos de un usuario.
- Notificación: las personas en riesgo deben poder ser informadas.

Derechos digitales y privacidad de las personas:

- Se debe cumplir con el Reglamento General Europeo de Protección de Datos (ver Declaración EDPB sobre GDPR y COVID -19), que establece que se debe garantizar que "sólo se procesen los datos personales que son necesarios para cada propósito específico" (art. 25).

Los datos y la infraestructura no deben poder usarse más allá de su propósito original, lo que se denomina "limitación de propósito".

Las aplicaciones, por diseño, no deben violar la privacidad de un usuario.

Las inferencias sobre individuos y comunidades, como información sobre interacciones sociales o diagnósticos médicos, deben evitar fugas.

El sistema debe recopilar, almacenar y utilizar datos anónimos o seudónimos que no sean directamente vinculables a la identidad de un individuo. Si el sistema se ve comprometido la privacidad debe permanecer intacta.

El sistema debe respetar las mejores prácticas en términos de períodos de retención de datos y eliminar cualquier dato que no sea relevante.

Disponibilidad y escalabilidad acorde a una pandemia global

- El sistema debe estar disponible siempre.
- El rastreo de proximidad debe apoyar la libre circulación a través de las fronteras y escalar a la población mundial.
- El sistema debe poder escalar a miles de millones de usuarios.
- El sistema debe ser interoperable y poder funcionar más allá de las fronteras y de las autoridades sanitarias.

BLE

Bluetooth Low Energy (BLE), a veces conocido como "Bluetooth Smart", se introdujo como parte de la especificación de Bluetooth 4.0.

Una baliza electrónica (conocida también por su nombre en inglés beacon) es un dispositivo transmisor que se utiliza para radiar una señal bluetooth de baja energía (LE) a otros que se encuentren cerca de él sin necesidad de sincronización previa. Cada beacon tiene un firmware específico, según el proveedor, que permite al hardware del beacon funcionar.

Las balizas basadas en el estándar Bluetooth Smart (BLE) han ganado recientemente aceptación como habilitadores preferidos para experiencias sensibles a la proximidad Dichas balizas usan BLE en modo de transmisión, enviando repetidamente paquetes estáticos de "publicidad" y, por lo tanto, requieren muy poca energía (para el procesamiento del protocolo o para la operación de radio). Esto tiene la ventaja de que pueden lograr una larga vida útil mientras se mantienen en un tamaño de dispositivo pequeño. Los casos de uso particularmente interesantes para tales balizas incluyen balizas de proximidad, utilizadas para habilitar servicios basados en la ubicación, y balizas de rastreo de objetos, que permiten el rastreo de objetos físicos portátiles.

Esta tecnología permite a teléfonos inteligentes, ordenadores o tabletas ejecutar determinadas acciones cuando entran en el radio de una de ellas. Las balizas bluetooth transmiten un identificador único universal que es recogido por una aplicación o sistema operativo compatible. Esto puede ser utilizado para determinar la ubicación física del dispositivo, rastrear objetos o activar acciones en función de la localización.

Bluetooth Low Energy (BLE) tiene la capacidad de intercambiar datos en uno de dos estados: modo conectado y modo advertising. El Modo de advertising utiliza el perfil de acceso genérico (GAP) para transmitir datos y se utiliza en el modo broadcasting o de difusión a cualquiera que esté escuchando, es una transferencia de uno a muchos. Este es el modo utilizado por la especificación iBeacon de Apple.

iBeacon utiliza BLE para transmitir un identificador único universal (UUID) que es recogido por una aplicación o sistema operativo compatible con el protocolo. El identificador

más otros bytes enviados se pueden usar para identificar la posición física del dispositivo, o lanzar acciones basadas en la localización como notificaciones push.

Eddystone, es la solución de código abierto de Google para beacons, es similar al protocolo de iBeacon, pero open source. iBeacon está soportado oficialmente por los dispositivos iOS solamente, Eddystone tiene soporte oficial para iOS y Android.

Eddystone es una especificación de protocolo que define un formato específico para mensajes de baliza de proximidad. Describe varios tipos de tramas diferentes que se pueden usar individualmente o en combinaciones para crear balizas que se pueden usar para una variedad de aplicaciones.

Rastreo de proximidad

Las balizas Bluetooth de baja energía (BLE) transmiten su presencia para permitir aplicaciones basadas en la proximidad de dispositivos de observación.

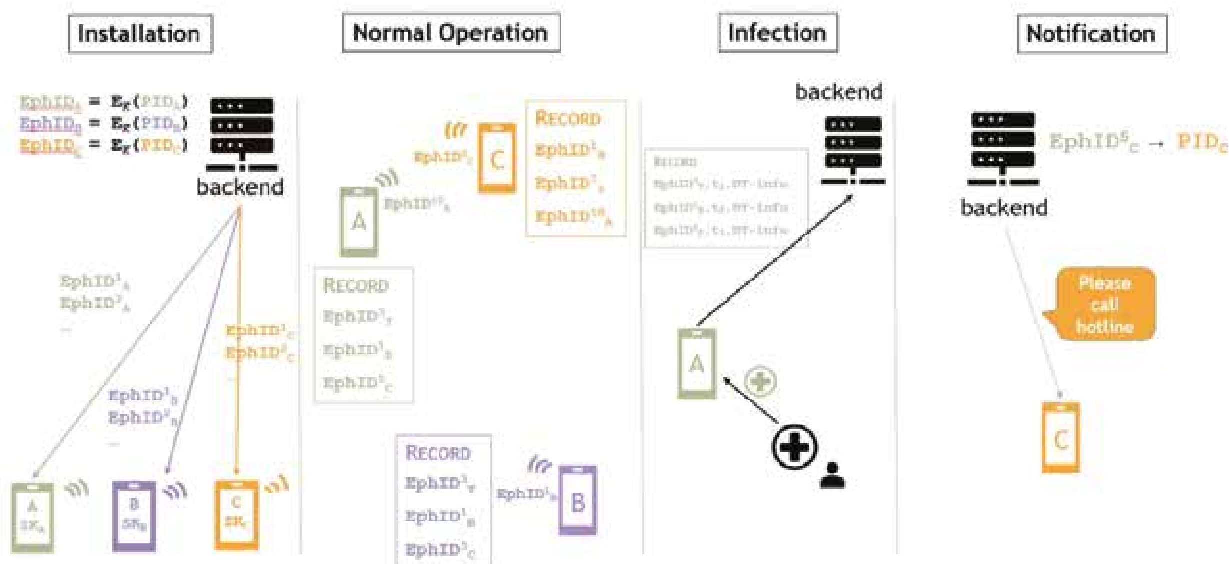
El modo de solo difusión de BLE presenta algunos desafíos. Si bien la especificación Bluetooth dispone de algunos mecanismos de seguridad, estos están destinados principalmente a proteger el flujo de datos cuando los dispositivos emparejados ya están conectados. Cuando un dispositivo funciona en el modo de emisor, el único mecanismo de seguridad proporcionado por la especificación estándar es el uso de direcciones MAC aleatorias. Esto da como resultado una exposición a la privacidad y la seguridad y los dispositivos de transmisión suelen ser susceptibles de seguimiento y suplantación de identidad en función de los ID utilizados por las balizas. Para ser viables las aplicaciones, sólo de difusión, requieren seguridad adicional para sus cargas de datos. Además, el mecanismo estándar de direcciones aleatorias no protege contra ataques de repetición, una protección que es deseable para la mayoría de las aplicaciones sensibles a la seguridad.

Las siguientes amenazas se pueden considerar críticas en aplicaciones que emplean el seguimiento de objetos, por lo que cualquier sistema que utiliza balizas para estos efectos debería resolverlas o mitigarlas:

1. Seguimiento no autorizado.
Las balizas que trasmiten los ID están disponibles para ser leídas por cualquier receptor cercano. Esto permite muchos abusos, incluido el seguimiento no autorizado posterior. Un espía puede usar una aplicación móvil para recopilar identificadores y sus ubicaciones, y usar esto para luego inferir la ubicación histórica de la baliza una vez que aprenda la identificación de la misma.

2. Falsificación.
Un adversario puede falsificar los anuncios de cualquier baliza, transmitiendo una identificación (ID) coherente.

3. Exposición.
Las balizas se utilizan a menudo para identificar la micro locación. Un adversario puede usar la información de baliza del propietario para ofrecer servicios competitivos en esa ubicación.



Para resolver estos inconvenientes inherentes al BLE, se definieron diferentes técnicas que las detallaremos más adelante.

Existen dos soluciones de rastrero de proximidad, DP-3T y PEPP-PT. Ambos protocolos utilizan BLE para rastrear y registrar encuentros con otros usuarios.

Los protocolos difieren en su mecanismo de informes, ya que PEPP-PT (Pan-European Privacy-Preserve Proximity Tracing) requiere que los clientes carguen registros de contactos a un servidor central, mientras que con DP-3T, el servidor central nunca tiene acceso a los registros de contactos ni es responsable de procesar e informar a los clientes del contacto. Debido a que los registros de contactos nunca se transmiten a terceros, tiene importantes beneficios de privacidad sobre el enfoque PEPP-PT, sin embargo, esto tiene la desventaja de requerir más potencia informática en el lado del cliente para procesar informes de infección.

La implementación ROBERT, utiliza el protocolo PEPP-PT y cuando un usuario se encuentra infectado envía los identificadores efímeros de Bluetooth observados al servidor, en lugar de los propios identificadores emitidos por el usuario, y centraliza el cálculo del riesgo en el servidor, en lugar de realizarlo localmente en teléfonos inteligentes individuales.

En el caso del enfoque DP-3T existen dos alternativas de implementación del rastreo de contactos que se diferencian esencialmente en si se utiliza un enfoque centralizado o descentralizado para recopilar los datos y quien finalmente efectúa el análisis de riesgo para notificar al usuario del Smartphone.

En el sistema centralizado cuando alguien notifica a la aplicación sobre su posible deterioro, pasa esa información a un servidor de la autoridad sanitaria, que luego realiza la función de notificar a otros usuarios potenciales en riesgo.

En el sistema descentralizado los teléfonos inteligentes de los usuarios son los que consultan periódicamente al servidor para detectar alguna coincidencia con los contactos registrados y evalúan el riesgo de contagio.

El método descentralizado es el preferido por Google y Apple para su solución de exposición de contactos.

Técnicas de implementación del enfoque DP-3T descentralizado

Existen tres protocolos diferentes para apoyar la detección y el rastreo de la exposición, utilizando BLE, que se diferencian en aspectos relativos a la privacidad y seguridad. Todas las soluciones tienen tres etapas bien diferenciadas, el proceso de generación de los identificadores efímeros, el proceso de almacenamiento de dichos indicadores en los diferentes smartphones y el proceso de rastreo por proximidad de los contactos en caso de una persona infectada.

En este artículo solamente dedicaremos atención a la alternativa de bajo costo y a la híbrida, ya que son la base conceptual de la implementación de Apple y Google.

Alternativa de bajo costo

Generación del Identificador Efímero (EphID)

A partir de un momento inicial aleatorio, cada teléfono procede a la generación diaria, mediante una función HASH criptográfica, de claves secretas SKt (32bytes), en función de la clave del día anterior SKt = H(SKt-1).

Estas claves son las que se utilizan para generar los EphID diarios. Los identificadores efímeros generados luego se distribuyen mediante broadcasting a otros teléfonos. Es importante resaltar que en esta alternativa se genera únicamente una SKt por día, pero con la misma, el teléfono, por razones de seguridad, genera diferentes EphID, para trasmitir en ventanas de tiempo parametrizables.

En el diseño se establece la duración (L), en minutos, durante la cual un dispositivo transmite el mismo EphID. Por lo tanto, diariamente, cada teléfono adherido al sistema, generará n = (24 * 60)/L identificadores de la siguiente forma EphID || … || EphID = PRG(PRF(SKt , “broadcast key”)), para ser trasmitidos. PRF () es una función pseudo randómica del tipo HMAC-SHA256, “broadcast key” es una cadena de caracteres fija y pública, y PRG() es un generador pseudorandómico con cifrado del tipo AES. Este doble proceso criptográfico de encripción tiene por finalidad garantizar la autenticidad, integridad y seguridad del identificador a trasmitir. La aplicación diaria genera n x 16 bytes, que luego son divididos en n cadenas de 16 bytes para así obtener todos los identificadores bluetooth que se trasmitirán ese día, cada L minutos.

Almacenamiento de los Identificador Efímero (EphID) observados y de las claves SKt generadas
Los smartphones de las personas utilizan BLE para intercambiar (anunciar y recibir) balizas con otros dispositivos móviles desconocidos que están en las proximidades.

Según la especificación estándar para difusión mediante Bluetooth (BLE), la dirección MAC del teléfono cambia cada vez que cambia el identificador efímero, para evitar el seguimiento prolongado de los teléfonos inteligentes, pero ello no es suficiente para la garantizar la privacidad.

Por cada baliza bluetooth recibida, los teléfonos almacenan el identificador efímero recibido (EphID), la medición de la exposición (p. Ej., Atenuación de la señal), y el día en que se recibió esta baliza (por ejemplo, “2 de abril”).

Un EphID podría recibirse varias veces y generará múltiples entradas en la base de datos. Para consumir menos recursos de almacenamiento en el celular, los datos recibidos se agrupan por EphID.

Además, cada dispositivo almacena las claves SKt que generó durante los últimos 14 días. Este parámetro (14 días), que define el período máximo durante el cual los datos (tanto los EphID observados como los generados) se almacenan en el dispositivo, es un parámetro del sistema y es fijado por autoridades sanitarias.

Rastreo de proximidad
El proceso de rastreo de proximidad es soportado por un servidor de backend el cual no agrega información (eventos de exposición falsos) ni elimina información (eventos de exposición) y tiene alta disponibilidad. El mismo actúa únicamente como una plataforma de comunicación y no realiza ningún procesamiento. Por razones de seguridad, se considera que el backend no es confiable y por ello no está pensado para proteger la privacidad.

Una vez que las autoridades sanitarias autorizan el rastreo por proximidad, para el paciente infectado con COVID-19, éste puede darle la instrucción a su Smartphone que envíe al backend la clave secreta SKt y el día t, correspondiente al primer día en que el paciente y usuario de la aplicación fue considerado o evaluado como contagioso. Ese día es fijado por las autoridades sanitarias en base a criterios médicos. Al enviarse la clave SKt en lugar del EphID, se garantiza que los usuarios malintencionados no puedan reclamar el identificador efímero de otra persona como propio.

Después de informar el SKt y el día t correspondiente, el teléfono inteligente del paciente infectado, lo elimina y elige una nueva clave aleatoria, para comenzar nuevamente el proceso de generar identificadores efímeros y trasmitirlos.

Esto asegura que después de cargar al servidor de backend su anterior SKt, los usuarios, después de informar un diagnóstico, no pueden ser rastreados, bajo ningún concepto, tomando en consideración que el objetivo del sistema no es seguir a los usuarios infectados.

El backend almacena estas representaciones compactas, la pareja de datos SKt y t, de los usuarios con COVID-19 positivo y todos los teléfonos inteligentes que tienen la aplicación instalada consultan periódicamente el backend para obtener esta información y reconstruir localmente los EphID correspondientes de pacientes infectados. Cada teléfono inteligente utiliza esta clave SKt para reconstruir la lista de EphID de una persona infectada. Dada la clave SKt, todos los teléfonos pueden calcular todos los identificadores efímeros EphID utilizados por el paciente infectado a partir de t repitiendo el proceso de “Generación de EphID”.

Posteriormente el teléfono comprueba si ha observado alguno de estos EphID en el pasado (es decir, antes de que se publicara la clave SKt correspondiente).

La aplicación restringe la comprobación, limitando la cantidad de días, para evitar los ataques de repetición en los que usuarios maliciosos redistribuyen diferentes EphID capturados y asegura una búsqueda más eficiente. Para facilitar esta verificación, el teléfono inteligente almacena temporalmente una marca de tiempo de recepción más precisa de todas las balizas que recibió después de la última descarga del servidor. Una vez que se han procesado todas las descargas del servidor, el teléfono muestra esta marca de tiempo para todas las observaciones anteriores.

Si existe coincidencia con alguno de los EphID comprobados, el propietario del teléfono inteligente puede estar en riesgo. El teléfono inteligente utiliza el algoritmo de

calificación de riesgo utilizando tiempo y otras medidas de exposición correspondientes al EphID infeccioso. Si la puntuación de riesgo calculada en el paso anterior está por debajo de un umbral determinado por la autoridad sanitaria, el teléfono inteligente no hace nada. De lo contrario, muestra una notificación de que el usuario ha estado muy cerca de un paciente infectado. La notificación podría además informar al usuario sobre qué hacer y dónde encontrar más información.

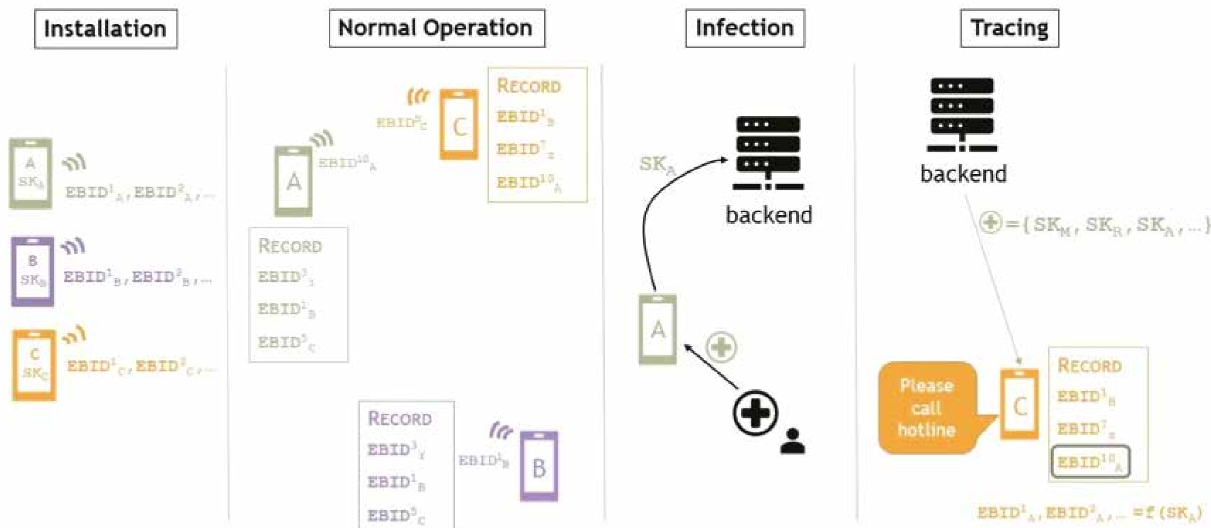
Alternativa híbrida

Este diseño es muy similar a la solución de bajo costo con mejores características de privacidad y agrega alguna de las funcionalidades de la alternativa de mayor seguridad y privacidad (no explicada en este artículo).

En la generación de los identificadores efímeros EphID, la solución que se implementa es híbrida entre las dos alternativas anteriores. En efecto en la generación de los n diferentes EphID, para trasmitir en ventanas de tiempo parametrizables de duración (L), se utilizan también varias claves criptográficas por día, pero no una para cada ventana L, como en la alternativa de mayor costo, sino que se aquí se agrupan las ventanas de tiempo L (por ej. 2 horas) en una ventana mayor, que denominamos w (que es un múltiplo entero de L, por ejemplo 10 min), donde todos los EphID generados utilizarán una misma clave criptográfica aleatoria EphID w,1 || ... || EphID w,n = PRG(PRF(seed w, “DP3T-HYBRID”)).

La otra diferencia con respecto a la alternativa de bajo costo se encuentra en la etapa de rastreo por proximidad, donde en caso de un diagnóstico positivo, los usuarios pueden indicar a su dispositivo que cargue únicamente las claves criptográficas relevantes generadas por el teléfono inteligente durante el período contagioso. Es decir que, si el teléfono no observó ningún EphID lo suficientemente cerca como para ser considerado como una exposición durante una ventana de tiempo w, no carga la clave criptográfica correspondiente a dicha ventana w, lo que lo hace más eficiente. Por otra parte, al igual que en el diseño de mayor privacidad, el usuario también tiene la opción de cargar los identificadores efímeros, eligiendo el conjunto W de ventanas para el que desea revelar los mismos. Por ejemplo, el usuario puede querer excluir ventanas para el lunes por la mañana y el viernes por la noche, o sea carga el conjunto {(w, clave w)} para todas las ventanas w en W. Luego el proceso es idéntico a la alternativa de bajo costo.

Restringir la coincidencia a una ventana de tiempo específica limita los ataques de repetición en los que los usuarios maliciosos redistribuyen los EphID capturados y asegura búsquedas más eficientes. Dependiendo de la duración de la ventana de tiempo, este diseño ofrece una protección mucho mejor contra la vinculación de identificadores efímeros de usuarios positivos de COVID-19 que el diseño de bajo costo.



Este diseño es muy similar al protocolo elegido por Google / Apple. El diseño de notificación de exposiciones de Google / Apple, se basa en la alternativa híbrida, descrita anteriormente, pero utiliza una única clave para generar los identificadores efímeros de ese día y, por lo tanto, corresponde al caso especial donde las ventanas duran 1 día, por lo que pierde en seguridad y privacidad respecto de la misma.

Conclusiones

Los smartphones son un instrumento clave en la batalla contra la COVID-19.

El proyecto DP-3T, el PEPP-PT y Google y Apple (solución de notificación de exposiciones) se han manifestado a favor de la tecnología de contact tracing mediante balizas BLE como un medio útil que garantiza con eficacia y eficiencia la privacidad y la protección de datos personales.

Esta herramienta permite hacer un trazado "automatizado", no tradicional y adicional de contactos, al que efectúan las autoridades sanitarias cada vez que detectan un caso positivo, las mismas desconocen las personas potencialmente infectadas y su uso es voluntario, por lo que es un complemento del análisis manual de contactos y la velocidad de la notificación, permite que personas inclusive asintomáticas puedan someterse a cuarentena preventivamente.

El sistema proporciona además protecciones de seguridad y privacidad, las cuales son indispensables para lograr el nivel de adopción necesario, proporcionando a los ciudadanos la confianza y la seguridad de que sus datos personales están protegidos y se usan de manera adecuada y cuidadosa.

Material utilizado

1.DP3T White Paper: Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing Version: 25 May 2020.

2.Security analysis of the COVID-19 contact tracing specifications by APPLE INC and GOOGLE INC, April 14, 2020 Yaron Gvili

3.Ephemeral Identifiers: Mitigating Tracking & Spoofing Threats to BLE Beacons Avinatan Hassidim, Yossi Matias, Moti Yung, and Alon Ziv Google Inc.April 14, 2016.

4. Core Specifications - Bluetooth SIG Core Specifications - Bluetooth SIGwww.bluetooth.com

5. Guidelines 04/2020 on the use of location data and contact tracing tools in the context of the COVID-19 outbreak Adopted on 21 April 2020 edpb European Data Protection Board.

6. Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing Overview of Data Protection and Security

Historia del alumbrado eléctrico en Uruguay

Iniciamos en este trabajo, lo que seria la "pre-historia" de la UTE. Historia previa de UTE, en la hipotesis de que "Usinas y Telefonos del Estado" como Ente, fue creado por Ley del año 1912. Como ya veremos mas adelante, el servicío público de alumbrado eléctrico en Uruguay, comenzó en el Siglo 19, año 1886 (hoy año 2020, estaríamos celebrando los 134 años del mismo).

Autor: Ing. Pablo Thomasset

Parte 1 (1800-1883):
De las Candelas a LA LIEBIG (ANGLO).

Alumbrado

La Real Acádemia Española, respecto a alumbrar nos dice: "Conjunto de luces que alumbran un espacio, especialmente una vía o lugar públicos." Osea que alumbrar, por definición esta ligado a espacio público, al servicio de una parte a otra.

En cuanto a origen, etimología, "alumbrado" proviene de lumbre o lumen, osea fuego en idioma Latín (lenguaje del antiguo y milenario Imperio Romano), y significa "que ha recibido la luz de una antorcha o linterna".

En las Tinieblas, años 1700-1800

Antes de la existencia del Alumbrado Público; el alumbrado nocturno en las calles y plazas, de las ciudades y pueblos, la noche era literalmente "el reino de las tinieblas", solamente si había luz de luna o las estrellas en cielo despejado, permitian una visión mínima nocturna.

Los fogones, u hogueras, realizados en el suelo, donde se quemaban maderos, al ser a cielo abierto permitían cierta visibilidad, en el entorno. Los bastones de nuestra retina ocular, nos permitian ver mejor en la oscuridad, aunque en blanco y negro. Hoy con nuestra vida moderna, los humanos hemos perdido la practica de esa habilidad.

Las velas de cera/sebo

Las velas, candelabros, con sus mechas y cera o sebo (grasa animal), eran un lujo para el interior de las viviendas, ya que la minima brisa los apagaba.

Las Candilejas

Recipientes de barro cocido, similares a fondos de botijas de aceite (botellas de ceramica), en donde se ponía grasa en fondo, y una mecha de trapo retorcido. Estas candilejas se colocaban sobre el muro y más tarde fueron usadas en los balcones de las casas pudientes. Un funcionario del Cabildo, denominado "el sereno", era el encargado de encender las candilejas, en una ronda vespertina.

El Farol o Candil

La candileja, evoluciona en el farol a candil, que hoy lo conocemos por las comunes imitaciones en fundición primero, luego en chapa plegada, hoy las hay en plástico color negro, con un portalámaras Edison E27.

"Toque de Cajas", año 1783

En el año 1783 el Cabildo de la Ciudad de Montevideo, resolvía penalizar con 4 a 10 pesos de multa, o en su defecto 15 días de trabajo forzado, en la obras de muro de fortificación, o en las obras de la Iglesia Matriz, a todo aquél, que anduviese sin luz, a oscuras, por las calles de la ciudad despúes de pasado el "toque de cajas" (lo que conocemos hoy como "toque de queda", anunciado por el sonido de redoblantes o trompetas del "Cuartel de Dragones" del pueblo).

Propuesta de Alumbrado Público, año 1795

La primera propuesta de alumbrado público llegó al Cabildo de Montevideo el 2 de junio de 1795, llevando la firma de Isidoro Montaño. Propuesta de 8 puntos, para alumbrar Montevideo las noches oscuras (noches sin luz de luna), "desde las 7 de noche hasta las 4 de la mañana".

Cada habitante que "estuviese con puerta a la calle, ya sea Puerta Principal, Quartos o Bentas", pagaría 2 reales por mes. Se colocaría en la ciudad 384 faroles, 4 por cuadra. Las cuadras a iluminarse era 96, y costaría la instalación completa $ 3.840, a 10 pesos cada farol.

No rompan los faroles

Quien "quebrase" un farol, sería castigado con "pena abitraria". Un real decreto de Bustamente y Guerra, aumenta las penas de las multas de rotura de los faroles, y quien hiciera punteria con las piedras, pagaría una multa segun el color de su tez; blancos, negros, mulatos e indios. Multa 100% racista y discriminatoria para nuestro actual entender, que imaginamos que seria la injusticia; de que paga menos el que tiene mas, como siempre ha sido en esta humanidad.

Otros 4 años a Oscuras

Luego de la propuesta, pasaron 4 meses, hasta la licitación pública, por subasta pregonada (anuncios públicos a gritos) por el "moreno Cuello", frente a las puertas del Cabildo el 12 de Octubre. Se reciben nuevas propuestas, pero el Señor Montaño oferta menor precio en licitación. Pero queda sin adjuicar, por falta de fianza; garantía firmada. Gana la licitación Don Juan Pedro Gil, con la fianza, garantía emitida por su cuñado; Don Francisco Antonio Maciel, conocido como el "Padre de los pobres".



MECHERO "NIAGARA"

El mejor mechero y el que sirve para cualquier lámpara, es el "Niagara."



Dá una luz casi tan brillante, pero no tan blanca como la lámpara "Rochester."

Farola del Cerro de Montevideo

El trámite así se demoro 4 años, el expediente paso a Buenos Aires (Montevideo dependía administrativamente de Buenos Aires). Así Montevideo con sus 15.000 habitantes, continuo a oscuras en las noches sin luna. Los "señores" (los patricios) al deambular por la ciudad, eran precedidos por un sirviente con un farol, alumbrando el camino. La flamante farola del Cerro de Montevideo, palíativo de la oscuridad reinante en las calles, envidia de los porteños Buenos Aires no tiene cerros, donde colocar un fanal o farola.

1° de Enero de 1800 Primer Alumbrado

El servicio de Juan Pedro Gil se inaugura, cumpliendo estrictamente el contrato firmado. Con velas de sebo, los faroles de hierro fijados a las paredes de las casas mediante pescantes o mensulas tambien de hierro. Esclavos eran la mano de obra, quienes encendian los faroles en las noches.

El 20 de enero de 1807, Francisco Antonio Maciel, el finanza del contrato, ya que el capitalista de la compañia, cae muerto en la batalla de Cardal.

Las invasiones inglesas, 1806

Luego de las invasiones inglesas a Montevideo, resultan rotos todos los faroles del Alumbrado Público, motivo para Juan Pedro Gil solicitar al Cabildo rescindir el contrato, perdiendo asi tambien el capital invertido por Maciel.

Con los ingleses en Montevideo, la candileja, de llama y luz oscilante, es reemplazada por el farol, con tubo de cristal, que proyegía la vela, y daba mayor limpiez a la luz emitida.

Velas de Monterroso

Lo primero que se empleo en Montevideo para los faroles del alumbrado público, fue la vela de sebo, o grasa animal. Famosa era la velería de Manuel Monterroso, suegro de Juan Antonio Lavalleja, lider de la Cruzada de los Treinta y Tres Orientales de 1825. La grasa fue vacuna hasta 1840, año en se comenzo a emplear aceite de potro.

El alumbrado con Aceite de Potro

En su crónica "montevideo EN EL SIGLO XIX" de Alfredo R. Castellanos, menciona: "El sistema de iluminación durante la primera mitad del siglo XIX (1800-1850) fue el aceite de potro (caballo cimarrón, sin castrar y domar), pagando los vecinos 1 real y medio por puerta al asentista encargado del servicio; con la única diferencia de que éste, en vez de contratar con las autoridades municipales, lo hacía directamente con el gobierno nacional."

La combustión de esta grasa de potro, despedía un mal oliente humo.

HITOS a tener en cuenta

1795, Isidoro Montñao propone Cabildo licitar Alumbrado Público por llama (fuego) en una vela de mecha y sebo (grasa vacuna).

1802, El químico inglés Humphry Davy desarrolló la primera luz eléctrica incandescente.

1806, Invención del alumbrado por Arco Eléctrico.

1807, Juan Pedro Gil inaugura primer Alumbrado Público licitado en 1795, por vela de sebo.

1820, en Francia, surge la denominada "Ciudad Luz" o "La Ville Lumière" en idioma francés. En París se inaugura el Alumbrado Público a Gas.

1825, Cruzada Libertadora de los "Treinta y Tres Orientales".

1800-1850, En Uruguay reinaba el alumbrado con Aceite de Potro.

1853, Inauguración del Alumbrado Público por Gas de Carbón en Plaza Constitución de Montevideo.

1857, Pandemia de Fiebre Amarilla en Montevideo, el gas culpado del contagio.

1879, Inventor norteamericano Tomas Alba Edison; logra encender lámpara eléctrica incandescente por 48 horas seguidas.

1880, Wabash Indiana EEUU, primer Sistema Charles Brush de Alumbrado Público, Lámparas de Arco en Corriente Continua cableadas en serie.

1881, Cuidad de Mexico, Sistema BRUSH, 40 focos de Arco.

1883, Primer Alumbrado Eléctrico particular del Uruguay: "La Leibig" luego Frigorifico Anglo en Fray Bentos Uruguay.

1884, Primer Alumbrado Público en "La Plata" Argentina, Sistema BRUSH.

1885, Propuesta del primer Alumbrado Público en Uruguay; Usina "BRUS" (en realidad Sistema BRUSH) por Don Juan Cruz Ocampo.

1886, Inauguración Sistema BRUSH; Plaza Independencia, y Avenida "18 de Julio", Montevideo. Trilladora CASE (caldera+motor embolo a vapor), dinamo Charles Brush.

Nuestro Uruguay estuvo entre los pioneros mundiales en desarrollar Alumbrado Público con 1) velas de sebo, 2) aceite, 3) Gas de Carbón, 4) electricidad.

Alumbrado a Gas, año 1852

Finalizada la "Guerra Grande" (1838-1852), se constituyó una "Empresa de Alumbrado a Gas", en 1852, formada por los Señores Demetrio y Aquiles Isola, que solicitarón, y obtuvieron del gobierno la concesión exclusiva por 15 años, del servicio de alumbrado público de Montevideo por aquel sistema.

Este debía ser inaugurado el 18 de Julio de 1853 en la Plaza Constitución, artísticamente adornada al efecto, y con un nutrido programa de festejos dispuesto por la Policía de la capital. Lamentablemente aquella inauguración y estos festejos no habrían de celebrarse por causa del motín militar, que ese mismo día tuvo por escenario la propia plaza Constitución, y que dos meses más tarde provocó la renuncia del presidente Giró. Este hecho impidió llevar a cabo una obra, que colocaba a Montevideo a la cabeza de las ciudades de América del Sur en materia de alumbrado público.

No obstante prosiguieron los trabajos de instalación de cañerías de gas, pero lo reducido del capital de la empresa no le permitía proporcionar más que una iluminación limitada a unas pocas cuadras de la Ciudad Vieja. La usina de la calle Cerrito, obtenia el gas a partir de grasa de yegua, luego, años mas tarde, sería por gas de carbón.

Pandemia de Fiebre Amarilla

En 1857, un nuevo contratiempo aún más grave paralizó el servicio de alumbrado a gas por meses; la grave epidemia de fiebre amarilla que azotó nuestra ciudad en los primeros meses de aquel año y que cobró más de veinte mil victimas. El gas fue injustamente acusado de propagar la epidemia.

Prohibido jugar al Futbol

En 1857 habían 150 lámparas en las calles de Montevideo. Con semejante flota de lámparas de cristal, el Cabildo prohibe jugar en las calles a la pelota. Los padres de los infractores, hasta llegan a ser encarcelados por 3 días, cuando sus hijos dañan los faroles.



Feria Internacional de la Electricidad Año 1881 en el Trocadero Palace de Paris Francia

Gas de Piedra

Los primeros estudios sobre el gas de alumbrado, cual se extrae del carbón de piedra, se deben a un físico inglés Olaytin en 1739, pero los franceses atribuyen la idea de ese sistema de alumbrado, en 1785, al ingeniero francés Lebon, quien en 1797 presentó una memoria sobrel este asunto al Instituto de Francia. Como el gas se producía entonces, salia impuro, producia una llama fuliginosa, y exhalaba mal olor, no hallo el invento gran acogida en Francia. En cambio Murdoch en Inglaterra y Windsor en Alemania, repitieron los trabajos de Lebon, con mejor éxito perfeccionando los procedimientos.

En 1805, el Señor Watt iluminó sus fábricas con gas; en 1810 se establecio ese alumbrado en Londres, y en 1817 se intento hacerlo también en París, donde ser pudo conseguir recién en 1820. Nace así la denominación de «Ciudad Luz» (la Ville lumière) para París.

La fabricación del gas de alumbrado consiste en descomponer la hulla por medio del calor, retortas calentadas con quemadores de gas, y recojer en tubos recipientes adecuados, los elementos químicos combustibles volátiles que se despresden.

Varios accesorios efectúan la separación del alquitran y aguas amoniacales que se deprenden de la hulla, así como tambien una depuración química del gas, hasta que finalmente pasa esté a un depósito o gasómetro donde puede medirse su poder luminoso.

El gasómetro es un costoso depósito cilindrico de hierro o mamposteia, con una campana dentro que flota en agua. El peso de la campana lo sostiene el gas dentro de esta, y contrapesos externos con cadenas equilibran pesos manteniendo la presión del gas de salida mas o menos constante.

FUENTE: E. Paccard, EL MUNDO CIENTIFICO, Revista Ilustada, Año I, Montevideo, 15 de Noviembre de 1898 Numero 7, pagina 13.

Vuelve el Alumbrado con Aceite

El pueblo atribuía la pandemia de Fiebre Amarilla, a las defectuosas condiciones higiénicas de la usina del gas, instalada en la proximidades del puerto, así como a las de la red cloacal, iniciada en 1856. Dio lugar a un informe de la Comisión de Salubridad relativa a la primera que sirvió de fundamento a una orden del gobierno que dispuso el cese interino del alumbrado de gas, y su sustitución por el de aceite hasta tanto no se introdujeran deteminadas mejoras en la producción de gas.

Alumbrado por Keroseno

En 1861 se inicio el alumbrado con Keroseno, ubicados en calles Pérez Castellanos y Colón. En una memoria de la Comisión Extraordinaria encargada de los cometidos de la Junta Ecónomico Administrativa del 31 de marzo de 1865 a 1866, se establece que existían en la Ciudad, 493 faroles a gas y 477 a aceite. Algunos de estos faroles pueden verse en antiguas fotografías, de la entrada del Viejo Mercado. El keroseno era importado, obtenido a partir del petróleo crudo.

Reemplazo del Aceite por Gas

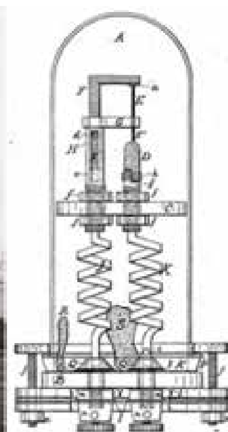
El 4 de noviembre de 1858 se renueva el contrato entre el Gobierno y el Alumbrado, una conseción por 20 años. La usina debía ser trasladada al Templo Inglés, el gas ser elaborado por carbón mineral, y las cañerias aumentarlas a 7 mil varas en los siguentes 4 años, lo que no se cumplio y se rescindio el contrato en 1860. En 1861 se celebra un nuevo contrato a 20 años, para nueva usina en la calle Florida. El reemplazo del Alumbrado con Aceite por Alumbrado a Gas fue gradual; en 1863 contaba con 827 faroles, separados a 33 varas entre sí (1 vara = 0,836 metros).

En 1865 la empresa del Alumbrado a Gas pasa a propiedad de Mauá y Cía. Con un capital de 1.200.000 pesos. Entre 1869 y 1872 la iluminación se extendio por la calle 18 de Julio hasta barrio la Unión y hasta el Paso Molino. En 1872 la empresa del Gas y el Dique Mauá recien inaugurado pasan a propiedad de una Compañía inglesa, por los siguentes 100 años.

Una ley del 10 de Juloo 1874 autorizo a celebrar contratos de Alumbrado público a Gas por 25 años. Entonces solo en Montevideo eran 2.528 casas de vecinos con el servicio, 2.292 faroles de alumbrado público, un total de 20.000 picos de luz de gas, y 88 kilometros de cañerias.



Ultimo Farol a Kerosina - Buenos Aires



Lampara Electrica de W.E. Sawyer Año 1878 patente US 205144

La novedad del "Alumbrado Eléctrico", año 1880

En la edición del 8 de Agosto de 1880 del "Boletin de la Sociedad de Ciencias y Artes", libro impreso cultural y cientifico de la ciudad de Montevideo, edición de 630 paginas, informaba a la comunidad sobre las novedades tecnólogicas del mundo; la novedad del "Alumbrado Eléctrico", y la fundación de la "Compañía de luz dinámico-eléctrica" en Nueva York, con un capital inicial de 200.000 $. Detalla como la lámpara eléctrica, invención de W.E. Sawyer, producida en grandes números, permitirá la prestación del nuevo servicio público; el Alumbrado Eléctrico.

Pioneros en Alumbrado Electrico

En esta historia, el alumbrado eléctrico en Uruguay, no fue el "Sistema Sawyer" el primero, sino su contemporaneo; el "Sistema Brush", pero seguramente estas primeras publicaciones de 1880, sobre alumbrado eléctrico, influenciaron en los pioneros, como serán; Don Juan Cruz Ocampo y Don Marcelino Díaz y Garcia, protagonistas de la historia de UTE.



"Siemens Frères - Ingénieurs électriciens" - 1881 en Paris,
Tranvia con 50 pasajeros de Plaza de la Concordia al Palacio de la Industria



Lata de **CARNE CONDENSADA "Corned Beef"** Fray Bentos, tal como era consumida por los soldados franceses y británicos, durante la Primera Guerra Mundial



Primeras lámparas eléctricas encendidas en URUGUAY y Sudamerica en 1883 Frigorífico ANGLO (Leibig Company)



Feria Internacional de Electricidad en Paris desde 15 Agosto hasta 15 Noviembre 1881 - FRANCIA



CONFITERIA DEL GAS en Buenos Aires
Primer alumbrado eléctrico Sistema Edison en Sudámerica año 1882
https://www.lanacion.com.ar/lifestyle/confiteria-del-gas-los-objetos-tiempo-dejo-nid2318853

Lámpara de Arco de W.E. Sawyer, 1878

"La fabricación del quemador o lámpara como la denomina el Señor Sawyer, cuesta menos de 1 peso. Va cerrada hermeticamente, y como no le entra oxígeno, no puede verificarse combustión, y por tanto, no hay gasto o consumo de las puntas de carbón. Consiste la lámpara en dos órdenes de conductores, que sostienen una membrana o placa. Un montante en esta sirve de apoyo a una barra transversal sentada en un cilindro de carbón de coke, de cosa de un sexto de pulgada de espesor, cuyo oficio no es dificil adivinar. Debajo del cilindro dicha, aunque sin tocarlo, hay una piecita de metal llamada yunque, que asimismo descansa en la membrana. Todo el aparato va encerrado en una caja o redoma de cristal, asegurada en el extremo de un pié. La lámpara completa mide, pues, siete y media pulgadas de alto por dos y media de diámetro."

Arco caliente rojo a blanco

"En un experimento ejecutado recientemente en presencia del que nos escribe esta, despues que se puso en movimiento la máquina que indica electricidad, abrio el operador una llave en comunicación con luz, calentandose hasta el rojo las puntas de carbón dentro de la lámpara, y luego hasta el blanco perfecto, de modo que su intensidad resultó ser como la del sol a mediodía, causando el mismo efecto en la vista (el Boletin mencionado tambien dedica un articulo entero al problema de la higiene, la salud de la vista, de los ojosm ante las nuevas invenciones de alumbrado artificial).



La intensidad, sin embargo, se modifico sin dificultad al grado requerido, y la luz se conservó uniforme, estable y bajo el dominio perfecto del operador, tal como la de gas.

De suerte que la nueva luz eléctrica en uso práctico no presentará ninguno de los inconvenientes tan comunes en la de carbon de piedra, tales como hunmo, hollin, corrupción de la atmósfera de las habitaciones y mucho menos peliro de asfixia. Siendo como es, imposible encender nada con esta luz eléctrica, se desprende, por necesaria consecuncia, que el sistema de iluminación Sawyer, una vez en práctica, reducirá materialmente la prima que se paga por los seguros contra incendios" (pensemos que en esa época el alumbrado por gas y aceites combustibles producia frecuenctes incendios, con perdidas humanas y materiales mas que frecuentes).

FUENTE:"Boletin de la Sociedad de Ciencias y Artes", edición del 8 de Agosto de 1880

Fabbri y Chauceney, año 1979

El 27 de enero de 1879, los señores Fabbri y Chauceney compran a la Compañía Edison (de Tomás Alba Edison), la franquicia para explotar el alumbrado eléctrico en Sudámerica.

La Feria Internacional de Paris, 1881

Las ferias, lo que aqui decimos exposiciones abiertas al público, comenzarón a tener exito en el mundo luego de la Feria de Londres en al Palacio de Cristal del año 1851. En 1876 fue la primera feria de este tipo en Filadelfía en los Estados Unidos, y en 1915 en San Francisco. Ferías que provocaron imporantes progresos técnologico; fabricantes de equipamientos los mostraban a potenciales clientes, locales y de otros paises.

En 1878 en Paris, en la Plaza de la Opera, el mundo conoce el fonografo (aparato de registro de audio) de Thomas Edison, y el primer teléfono de Alexander Bell, las lámparas de Arco Eléctrico de Yablochkov, el primer generador de eléctricidad solar de Augustin Mouchot.

El Trocadero Palace y la electricidad

El mayor impacto de la feria de Paris, fue el "Trocadero Palace", del año 1881, presentando al mundo las maravillas de la electricidad. Atracciones como las lámparas incandescentes de Thomas Edison, el dynamo de Zenobe Gramme, el teléfono de Alexander Bell, Clément Ader con su Têâtrophone,



Frasco con extracto de Carne LIEBIG, alimento de los soldados alemanes

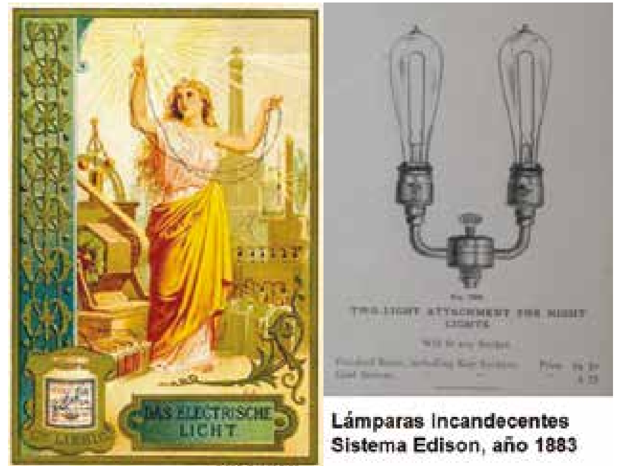
Gustave Trouvé con su triciclo eléctrico. Asi como decenas de nuevos productos, aparatos electricos como herramientas eléctricas, incubadoras de huevos eléctricas, etc.

Tranvia Eléctrico de Siemens, 1881

Hoy, año 2020 que nos replateamos el uso del transporte eléctrico en Uruguay, parece increible que en 1881; Werner Von Siemens, presenta en París, el tranvía eléctrico, cual transporto 50 pasajeros desde la Plaza de la Concordia hasta el Palacio de la Industria.

El Vapor SS Columbia

En 1880 la Compañia Edison, del inventor de la lámpara de filamento incandecente, Tomás Alba Edison, instala su primer dínamo de Corriente Continua, y lámparas de bulbo de cristal, con filamento incandecentes, en el navio a vapor de pasajeros "SS Columbia". Con el movimiento del barco y la vibración de los motores, los bulbos se caian y rompian o rolaban por los pisos del barco. Ante este problema Edison, pone a su gente a trabajar en bases o receptaculos, roscados o embutidos, similar las actuales bases E27 o de bayoneta empleadas en los automoviles. En los años siguientes instala un centenar de sistemas en los Estados Unidos.



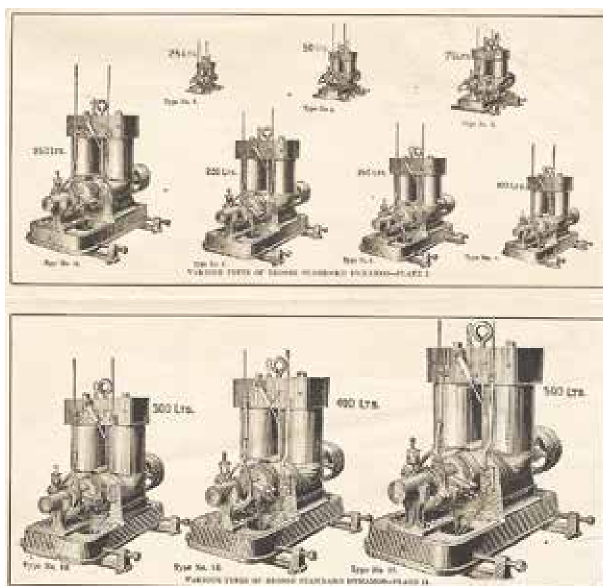
Lámparas Incandecentes Sistema Edison, año 1883

Lámpara incandescente de Thomas Alba Edison

Antes de que la iluminación eléctrica se volviera común a principios del siglo XX, la gente usaba velas, luces de gas, lámparas de aceite e incendios. El químico inglés Humphry Davy desarrolló la primera luz incandescente en 1802, seguida de la primera luz de arco eléctrico práctica en 1806. En la década de 1870, la lámpara de arco de Davy se había comercializado con éxito, y se utilizaba para iluminar muchos espacios públicos.

Los esfuerzos de Swan y Edison llevaron a que las bombillas incandescentes comerciales estuvieran ampliamente disponibles en la década de 1880 y, a principios del siglo XX, habían reemplazado por completo las lámparas de arco.

En 1876, Thomas Alba Edison se mudó de Newark a Menlo Park, Nueva Jersey, donde reunió un grupo de ayudantes y mecánicos y estableció una "fábrica de inventos". El 21 de octubre de 1879, Edison y sus ingenieros, consiguieron que su primera bombilla o lámpara incandescente luciera durante 48 horas seguidas. Los filamentos de la época eran fibras vegetales carbonatas, siendo la caña de bambú importada del Japón la de mejor resultado. En la víspera de Año Nuevo del mismo año, se hizo funcionar con éxito en "Menlo Park" el primer sistema de alumbrado, construido por Edison, constituido por 53 focos.



Folleto estandar de Dinamos Edison Machine Works, Schenectady, N.Y.
FOTOGRAFÍA: Richard Warren Lipack / Wikimedia Commons.

Sistema Edison en Sudámerica

Para registrar el alumbrado Sistema Edison como invención en Argentina y Uruguay, era requisito mantener el sistema en operación por un buen tiempo. En Argentina la instlación de demostración fue la "Confitería del Gas", y en Uruguay fue la planta LEMCO en Fray Bentos.
Uruguay fue pionero en la región en cuanto a registro de propiedad industrial (patentes de inenciones), Uruguay ya en 1853 tenia su legislación, Argentina (1864), Perú (1869) y Venezuela (1878).

"Confitería del Gas" Buenos Aires, 1882

En representación de la Compañia Edison, Llega desde los Estados Unidos Mr. McCarthy a Buenos Aires. Junto a los señores Sassemberg, de Fabbri y Chauceney, realizan una demostración de alumbrado eléctrico con un dínamo de 15 HP, de la reconocida "Confitería del Gas", ubicada en la esquina de Rivadavia y Esmeralda.

Finalmente McCarthy,viaje con igual objetivo a Río de Janeiro en Brasil, donde fallece inesperadamente.

"La Leibig" en Fran Bentos, 1883

A solo dos años de la Feria de Paris de 1881, el 10 de Agosto del año 1883, el primer alumbrado eléctrico de Uruguay, enciende lámparas eléctricas, en el frigorifico y planta fábril de pruducción de extracto de carne vacuna, "La Leibig" en Fray Bentos (capitales alemanes, luego pasa los ingleses y cambio de nombre; "El Anglo"). En 1900 se completa la obra de instalación eléctrica en toda la planta industrial, sistema de la Compañia Edison.

Al cierre de este articulo, no logramos los datos técnicos de esta instalación. Solamente sabemos que fue un Sistema Edison, similar al empleado en Buenos Aires; "Confitería del Gas".

Primeras lámparas eléctrica en Uruguay, 1883

"Se colocaron sesenta lámparas y picos, idénticos a los del gas en la playa de matanza, en el galpón de la fabricación del extracto, en los salones que de la escuela y el club."

El matadero y fábrica de extracto de carne; "Liebig Extract Meat Company" (la L.E.M.CO.), iniciado por el quimico alemán Justus von Liebig, funciono desde 1865 hasta 1924 en Fray Bentos Uruguay. Fue uno de los primeros lugares de Sudamérica en contar con energía eléctrica.

Decía en agosto de 1883, el diario “El Ferro-Carril” de Montevideo; “Antes de haber adquirido toda su intensidad se midió aquélla, dando un resultado igual a la luz de diez y nueve velas de estearina por cada lámpara o pico”.

El mismo órgano de prensa opinará días después que “Al Departamento de Río Negro le cabrá la gloria de ser el primero de la República donde se haya reemplazado el candil y la lámpara de kerosene por la luz eléctrica, una de las grandes conquistas del progreso humano”.

La Compañía Liebig (luego ANGLO) de Fray Bentos, Uruguay

La “Liebig Extract of Meat Company” fue la compañía creadora de los extractos de carne Liebig y Oxo, y luego los cubos de caldo de vaca Oxo.

Lleva el nombre del Barón Justus von Liebig, el químico orgánico alemán del siglo XIX que la fundó. La historia oficial dice que la compañía, en los que se denominaba “Saladero Leibig” de Fray Bentos, producia el denominado “Fray Bentos Corned Beef”, pero ya veremos que su historia es mas compleja, y no todo lo que parece es...

1840 Justus von Liebig desarrolló un procedimiento, para logar extracto concentrado de carne de ganado bovino, sustituto de carne barato y nutritivo, sin necesidad de secar y salar las carnes, para conservarla. “Extractum carnis Liebig”, para aquellos que no pueden pagar el producto real, pero la carne europea era demasiado costosa para cumplir ese papel. En su lugar su extracto fue dispensado por las farmacias europeas como un tónico.

1861 George Christian Giebert, un ingeniero alemán de Hamburgo, conoce trabajo de Von Liebig, y le escribe sugiriéndole que se reunieran para discutir la apertura de una planta de fabricación en América del Sur. Gieber llega a Argentina y Uruguay, a ensyar las recomendaciones de Von Leibig para producir extracto de carne.

1865 El Extracto de carne LEMCO o “Liebig de Meat Co” se estable en Londres en Inglaterra, para vender acciones y lograr capital necesario para montaje de la planta en Uruguay.

1866 La Societe de “Fray Bentos Giebert y Cie”, a orillas del Río Uruguay en la población Villa Independencia, en el litoral de Uruguay, primer exportación de extracto de carne de ganado, 230 kg, a Antwerp.

1873 Fallece Justus von Liebig. Pero la Compañia Liebig’s ya esta consolidada por Georg Giebert, produce carne en conserva enlatada, el conocido “CORNED BEEF, vendida bajo la etiqueta Fray Bentos. Más tarde, se instalaron unidades de congelación, lo que permitió a la empresa también exportar carne cruda congelada y refrigerada.

1874 Se instala un dinamo, un generador eléctrico para la uso en la producción industrial. Ese mismo año fallece George Giebert.

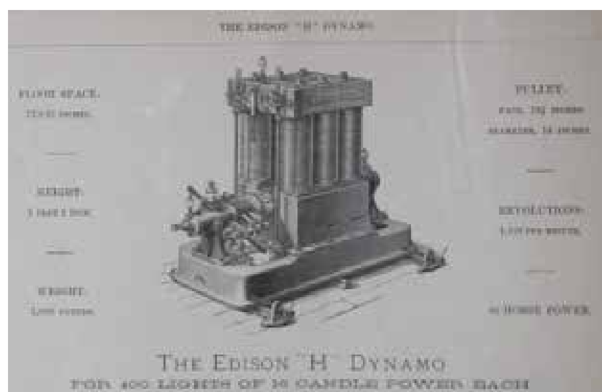
1876 En 12 meses, la planta en Fray Bentos, procesa y exporta 16.000 toneladas de carne, por unos 2.000.000 $ (pesos de la época), embarcados en 36 navios.

1899 Se introdujo una versión más barata del extracto de Liebig con el nombre de Oxo. Más tarde, se introdujo el cubo de caldo Oxo.

1920s La compañía adquirió el Oxo Tower Wharf en la orilla sur del río Támesis en Londres. Allí erigieron una fábrica, demoliendo la mayor parte del edificio original y preservando y construyendo en la fachada del río.

1924 El Grupo Vestey adquirió el Extracto de Liebig de Meat Co y la fábrica pasó a llamarse “El Anglo”, dejando claro que eran capitales britanicos y no alemanes.

1958 Los “pasteles de carne” Fray Bentos comenzaron a fabricarse en Inglaterra.



**Dinamo "H" Sistema Edison, año 1883
Energiza 400 lámparas de 16 Candelas**

1968 Liebig se fusionó con Brooke Bond.

1984 La empresa fue adquirida por Unilever.

2008 Las carnes enlatadas “Fray Bentos Corned Beef”, ahora propiedad de Premier Foods, todavía se venden en Europa.

Justus von Liebig y la IG Farben

El quimico Justus von Liebig, fue el maestro de August y Carl Clemm, iniciadores de la Compañía de Anilinas en Alemania, de la “Chemische Fabrik Dyckerhoff” luego la BASF (“Badische Anilinin und Soda Fabrik of Ludwigshafen”), años mas tarde conforma la “Farbenindustrie A.G.” o “IG Farben”, la misma que ya mencionamos en articulos anteriores de historia de la Obra del Río Negro y la Segunda Guerra Mundial.

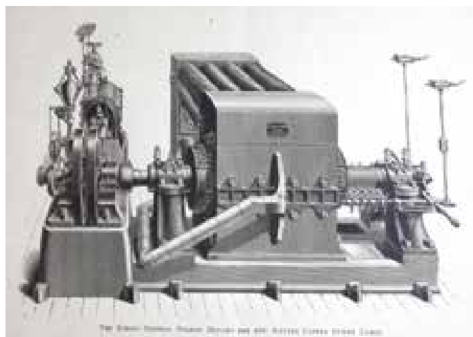
FUENTES: https://sesquicentenario.wordpress.com/resumenes-informativos/la-primera-lamparilla-del-uruguay/
“The Style of Connectedness: Gravity’s Rainbow and Thomas Pynchon”. Por Thomas Moore. 1987

FUENTE: Liebig Extract of Meat Company, https://34.243.38.51/Liebig_Extract_of_Meat_Co

Gieber, Cía. Plaintiffs y Von Leibig

A pesar de llevar la planta de Fray Bentos, su nombre, el químico Justus Von Liebig nunca viajo a Fray Bentos, como si lo hizo el ingeniero Giebert, que se radico aqui en Uruguay, quien impuso la marca Fray Bentos en las latas de carne condensada.

¿Porque nunca viajo a Uruguay el Señor Liebig?, simplemente porque la planta industrial no era de su propiedad, ni tenia idea de que llevaría sun nombre.



Motor de Embolo a vapor y dinamo, Sistema Edison para energizar 1200 lámparas 16 Candelas, año 1883

El “Pharmaceutical Journal” Volumen IX del año 1867-68, pagina 296, nos da pistas al respecto. Presenta los alegatos de los quienes dicen ser los autenticos propietaros del proceso Liebig para producir el extracto de carne, vendido en frascos de vidrio y etiquetado como carne en Europa. Giebert nunca tuvo autorización comercial del químico Von Liebig, para producir extracto ni carne enlatada, rotulada como Fray Bentos, y menos aún emplear el nombre de Liebig en la planta y los envases.

Segun Giebert el señor Liebig, le otorgo una licencia oral en el año 1862, luego de preguntarle como hacer para procesar carnes desperdiciadas en Sudamerica. Ya el asunto en las cortes, no se pudo comprobar que estuviese escrita la cesión de nombre y fórmula de extracto de carne. Solamente se encontro una anotación del Director de la Farmacía Real de la Ciudad de Munich en Alemania, en la cual decía el Baron Liebig avalaba el emprendimiento del Señor Giebert, para producir extracto de carne en tierras Sudamericanas.

Tiempo después, en forma muy extraña, las fabricas Plaintiffs en Europa de extracto de carne en frasco por método Liebig, transfieren la autorización, que oral por Von Leibig, pasa a una escritura por la Cia Plaintiffs, y pasa a cobrar un canos y usufructuo de ganancias de la Cia Fray Bentos. Pero la Cia Plaintiffs no tenia ninguna exclusiva otorgada por Leibig, para usar la formula, ni su nombre, mucho menos usufructuar la licencia a un tercera; las plantas en Sudamerica (Argentina y Uruguay), con otros procesos como el de carne enlatada (Corned Beef). Nunca existio una única formula de extracto carne Leibig, sino recomendaciones que el quimico hacia a sus clientes o amigos, de como realizar el proceso.

Las cortes de reclamaciones, desestimaron las reclamaciones, y Leibig no tuvo ganacias, ni pudo recuperar su propio nombre y sus propias formulas de extracto de carne, el cual ya se producía en Europa, Australia, Argentina y Uruguay, por terceros.

Rincón del Bonete, 2020/01/04

"Desgomado de soja" para el mejorado de vías no pavimentadas en Argentina

Autores: Ing. Julián Rivera, Ing. Gerardo Botasso, Anael Porro



LEMaC Centro de Investigaciones Viales UTN FRLP – CIC PBA (Argentina).

Introducción

El Municipio de Rivadavia (Provincia de Buenos Aires, Argentina) tiene acceso sin costos a un residuo del proceso de obtención del aceite de soja, comúnmente denominado "desgomado de soja", que ha utilizado en experiencias piloto en el mejorado de vías no pavimentadas de su red vial. En vistas de analizar desde un punto de vista técnico las implicancias viales y potencialidades de esta práctica, se ponen en contacto con el LEMaC, para encarar un estudio en tal sentido. La presente publicación surge del informe de los análisis realizados.

Materiales

El "desgomado de soja"

Este producto se obtiene en la planta de la empresa América Pampa SA (Figura 1), ubicada en el Partido de Rivadavia, en la cual se efectúa la extracción del aceite de soja. Durante una visita a dicha planta, personal del LEMaC realiza la toma de una muestra representativa de dicho material (Figura 2).

Suelo arenoso

El suelo natural a ser tratado es de tipo arenoso y responde a la tipología típica de suelos naturales del oeste de la Provincia de Buenos Aires; se trata de un suelo tipo A-2, de acuerdo a la Clasificación HRB (según las Normas VN-E1, VN-E2 y VN-E3).



Figura 1. Planta de extracción de aceite de soja



Figura 2. Muestra de desgomado de soja en el laboratorio.

Mejorado de las vias no pavimentadas

El Municipio utiliza en el mejorado de las vías de suelo arenoso la incorporación del desgomado de soja diluido en agua; distribuido mediante una barra regadora montada debajo de una cisterna (Figura 3). El grado de dilución empleado es el mínimo que el Municipio ha determinado en obra permite su mezclado y distribución (se trata de una mezcla en volumen de 40 % de desgomado con 60 % de agua); y la dotación empleada ha sido determinada de manera empírica (11,4 g de desgomado de soja por cada 1.000 g de suelo seco a ser tratado, denominada a los efectos de este artículo como Dosis Oficial).



Figura 3. Distribución en obra del desgomado de soja diluido.

Metodología de estudio y resultados

Una manera de evaluar la respuesta estructural vial de tratamientos como el de referencia, es mediante el ensayo de Valor Soporte Relativo (VSR). Este ensayo en su versión de "embebido por 96 horas", realizado según la Norma VN-E6, permite establecer la respuesta estructural mínima a ser registrada por un material de estas características, en la situación de saturación de la capa; y el Hinchamiento (Hinch) registrado desde la Humedad Optima (Hopt) del material hasta la Humedad de Saturación (Hsat) del ensayo. Es decir, que se trata de un análisis que se pone del lado de la seguridad en cuanto a la cuantificación de esta respuesta estructural. Las probetas a ser ensayadas para la obtención del VSR y el Hinch pueden ser moldeadas de diversas maneras; una de las más habituales en suelos finos (y que es la que se toma de referencia) es cuando el moldeo se efectúa de manera estática a la Hopt y el 100 % de la Densidad Seca Máxima (Dsmax), obtenidas con el Ensayo Proctor correspondiente (en este caso se ha decidido sea del Tipo I, según la Norma VN-E5). Como un detalle importante adicional, cabe señalar una adaptación de procedimientos que se ha decidido utilizar para este estudio en particular. Esta adaptación implica que las probetas moldeadas de acuerdo a lo señalado, es decir a la Hopt correspondiente, se las somete a un curado de 24 horas en estufa a 60 °C, para permitir que se produzca luego el efecto de impermeabilización. Este efecto se presume se da en obra por la incorporación del desgomado de soja. El curado en laboratorio descripto, simula el que se registraría luego de 14 días en obra, ante situaciones climáticas normales y sin tránsito en exceso.

Como un primer paso en el estudio, se varía el contenido de desgomado de soja utilizado, para observar si un valor mayor puede llevar a mayores aptitudes viales. De este modo, se analizan tres situaciones:

- Suelo arenoso solo (denominada A.
- Suelo arenoso más desgomado de soja en la Dosis Oficial (denominada A+D dosis oficial).
- Suelo arenoso más desgomado de soja en el doble de la Dosis Oficial (denominada A+D dosis oficial x 2).

Para las tres situaciones se efectuaron Ensayos Proctor Tipo I, obteniéndose valores similares en cuanto a Dsmax y Hopt, por lo cual se decide tomar los valores promedios de referencia que se observan en la Tabla 1.

Se procede, luego, a efectuar para las tres situaciones el ensayo de Valor Soporte Relativo, obteniéndose los resultados que se vuelcan en la Tabla 2.

Tabla 1. Valores Proctor de Referencia

Situación	*Dsmax* (g/cm^3)	*Hopt* (%)
A	1,807	11,0
A+D dosis oficial		
A+D dosis oficial x 2		

Situación	VSR (%)	Hinch (%)
A	16	0,08
A+D dosis oficial	18	0,08
A+D dosis oficial x 2	18	0,10

Tabla 2.
Resultados de Valor Soporte Relativo

Dado que los resultados obtenidos fueron relativamente coincidentes, se deduce que de existir un efecto impermeabilizante aportado por el desgomado de soja, el embebido de 96 horas hasta la saturación lo contrarresta. Es necesario, por lo tanto, analizar si existe para esta tipología de suelo un estado intermedio, en el cual se ponga en evidencia un grado de impermeabilidad aportado por el desgomado de soja, aunque menor al exigible para evitar la saturación de la capa. Para ello, se moldean probetas de acuerdo al procedimiento ya descripto; sobre las cuales, una vez curadas, se vierten 1.000 cm3 de agua que se deja que drenen hacia la estructura durante 3 horas. Al ser ensayadas luego estas probetas se vuelven a registrar resultados de VSR similares a los obtenidos en la experiencia original. A partir de esta nueva prueba, queda ratificado que para la tipología de suelo arenoso no es probable utilizar el desgomado de soja como un producto “estabilizante”, de acuerdo a lo que convencionalmente se considera para los mismos.

No obstante lo expuesto, es posible continuar el estudio al buscar para esta tipología de suelos si existe otro tipo de aporte cuantificable. Para conducir este análisis se recurre al moldeo de probetas a la Dsmax y la Hopt ya establecidas, y de acuerdo al Procedimiento LEMaC-B05/15 de la “Guía de metodologías y procedimientos para uso vial desarrolladas en el LEMaC - Edición 2019” (ISBN 978-987-4998-27-9), que puede consultarse en http://ria.utn.edu.ar/handle/123456789/4092. Estas probetas son luego totalmente sumergidas, estableciéndose de manera visual, y a partir del cronometrado de la experiencia, el grado de deterioro que registran en función del tiempo. De este modo, se logra establecer el disgregado total de la probeta de la “Situación A” antes de los 10 minutos de sumergida, mientras que en el mismo lapso las probetas de la “Situación A+D dosis oficial” y “Situación A+D dosis oficial x 2” sólo registran una leve disminución de su resistencia a la desintegración. La experiencia permite arribar a una serie de conclusiones desde el punto de vista vial.

Finalmente, se decide también analizar el potencial de empleo del desgomado de soja, en esta tipología de suelo, como un producto paliativo de polvo. Para ello se efectúa con las tres Situaciones ya descriptas el análisis mediante el Procedimiento LEMaC-B04/13, también volcado en la “Guía de metodologías y procedimientos para uso vial desarrolladas en el LEMaC (Edición 2019)”. Mediante este procedimiento se erosionan las probetas moldeadas mediante un flujo forzado de arena monogranular, durante un cierto lapso de tiempo (Figura 4).

Se obtiene como resultados de esta experiencia, los que se vuelcan en la Tabla 3.

Tabla 3.
Resultados de Pérdida por Erosión

Situación	Pérdida por Erosión (g)
A	26,8
A+D dosis oficial	10,9
A+D dosis oficial x 2	11,0



Figura 4. Probetas luego del ensayo, de izq. a der.: “A”, “A+D dosis oficial” y “A+D dosis oficial x 2”

Conclusiones y recomendaciones

Los análisis efectuados permiten arribar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Para los suelos arenosos, el aporte de desgomado de soja no puede considerarse como un “estabilizante”, de acuerdo a lo que convencionalmente se entiende en tal sentido, pues ante la saturación de la capa no se registra un incremento del aporte estructural por su empleo.

▪ Si, en cambio, puede establecerse que aporta un grado al menos de impermeabilización que puede justificar su uso, desde el punto de vista vial, en políticas periódicas de conservación de vías mejoradas. Esto se debe a que al dotar la capa de un grado de resistencia a la desintegración, puede deducirse que se reduce la posibilidad de erosión y deformación de la misma, cuando se toman los recaudos necesarios.

▪ En tal sentido, la Dosis Oficial parece ser suficiente, pues los resultados obtenidos con ésta son similares a los que se obtienen duplicándola.

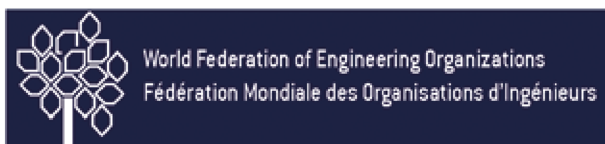
▪ Los recaudos enunciados se recomienda sean el utilizar pendientes transversales en el perfilado de las vías mejoradas de al menos el 2 %, con adecuados drenajes laterales. Además, tratar al menos los 10 cm superficiales con el desgomado de soja (incorporando las mejoras en el mezclado ya citadas para la tipología anterior), con riegos en la Dosis Oficial con una recurrencia de entre 3 a 6 meses; la cual debe ser ajustada de acuerdo a la experiencia en obra.

▪ Se observa también que el desgomado de soja posee un efecto relativo como paliativo de polvo; razón por la cual se puede considerar un aporte adicional al mencionado en su empleo en tareas de conservación sobre este tipo de suelos. Para obtener resultados en relación a este efecto, también es suficiente con el empleo de la Dosis Oficial; pues al duplicar la misma no se registró disminución en la pérdida por erosión.



"Guía de metodologías y procedimientos para uso vial desarrolladas en el LEMaC - Edición 2019"

Declaración de la WFEO sobre la emergencia climática



Autor: WFEO

La Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (WFEO) es el cuerpo máximo para la ingeniería global, reuniendo instituciones nacionales de ingeniería de unas 100 naciones y representando más de 30 millones de ingenieros.

Los miembros de WFEO son los principales ingenieros nacionales y regionales de las instituciones profesionales de ingeniería del mundo. WFEO es miembro de las Naciones Unidas Grupo Principal de la Comunidad Científica y Tecnológica y tiene un estatus de Asociado oficial con UNESCO.

Teniendo en cuenta que:
Las crisis del colapso climático son los problemas más serios de nuestro tiempo. Nuestras infraestructuras principales de sistemas de transporte, energía, agua, residuos, telecomunicaciones y defensas contra inundaciones juegan un papel importante, representando una gran parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) relacionadas con la energía, al mismo tiempo que tiene un impacto significativo en nuestros hábitats naturales.

Nuestro objetivo principal siempre ha sido progresar y mejorar el bienestar social. Mientras nosotros hemos visto mejoras importantes en los últimos 20 años, para todos los que trabajan en las industrias de construcción e infraestructuras, ahora ha quedado claro que satisfacer las necesidades de nuestra sociedad sin romper los límites ecológicos de la tierra exigirá un cambio de paradigma.

Junto con las organizaciones miembros de WFEO, asociados y socios en ingeniería, todos necesitamos cooperar y diseñar edificios, ciudades y sistemas de infraestructura como componentes indivisibles de un sistema más grande, en constante regeneración y autosuficiencia, en equilibrio con una sociedad más amplia con el mundo natural. Nos comprometemos a fortalecer nuestras prácticas de trabajo y a crear ingeniería sostenible para conseguir resultados con impactos más positivos en el mundo que nos rodea.

En consecuencia, declaramos que nos esforzaremos por:

1. Continuar creando conciencia sobre la emergencia climática y la urgente necesidad de acción entre organizaciones nacionales de ingeniería miembros y socios de WFEO, todas las partes interesadas dentro de los miembros nacionales y con los gobiernos.

2. Extender el intercambio de conocimiento e investigación a estos fines en una fuente abierta para promover e incentivar el desarrollo de capacidades en las áreas de mitigación del cambio climático y adaptación.

3. Esforzarse por crear una comunidad de ingenieros diversa e inclusiva y que pueda trabajar en olaboración hacia estrategias innovadoras de mitigación del clima, involucrando a mujeres y jóvenes ingenieros en particular para combatir el cambio climático.

4. Apoyar a los países en desarrollo en conocimientos de ingeniería en mitigación del cambio limático y mejores prácticas de adaptación, promoviendo la educación sobre el cambio climático a diferentes niveles y todo tipo de educación en ingeniería.

5. Usar nuestra influencia y conexiones globales para reunir evidencias para iluminar el efecto de cambio climático en mujeres y grupos desfavorecidos en todo el mundo, y usar esta información para garantizar que nadie se quede atrás.

6. Aplicar y desarrollar aún más los principios de mitigación y adaptación climática como medidas clave del éxito de nuestra industria, demostrado a través de sistemas de calificación, premios y listados.

7. Actualizar los sistemas de infraestructura construidos existentes donde sea posible para un uso extendido como una más eficiente alternativa en carbono a la demolición y nueva construcción cuando la solución más eficiente es el carbono integral, creando resultados sociales inclusivos. Acelera el cambio en principios de economía y materiales de bajo contenido de carbono en todo nuestro trabajo.

8. Incluir, como parte del alcance básico de todo nuestro trabajo, el costo del ciclo de vida, el carbono de toda la vida modelado y evaluación posterior a la construcción, para optimizar y reducir los riesgos inherentes, operativos y el carbono de los usuarios y otros usos de los recursos.

9. Adoptar principios de diseño más regenerativos en la práctica con el objetivo de proporcionar diseño de ingeniería que produzca sistemas completos de infraestructura que permitan a la sociedad hacer cambios necesarios para cumplir con el objetivo de convertirse en economías neutrales en carbono para 2050.

10. Aumentar los niveles actuales de colaboración entre la CMNUCC, WFEO y sus miembros, asociados y socios, y todos los demás profesionales involucrados en el diseño y provisión de sistemas completos de infraestructura para reducir aún más los residuos durante la construcción y operación de bienes.

11. Trabajar con nuestros miembros, asociados y socios para hacer realidad este compromiso.

Paris, el 2 de diciembre de 2019.

Prof Gong Ke, Presidente de WFEO

35 años de un Plan Nacional de Puertos Turísticos Deportivos (1985-2020)



En este artículo, en parte a través de nuestra experiencia personal, buscamos presentar la labor realizada en materia de puertos y vías navegables por la Dirección Nacional de Hidrografía del MTOP durante el período comprendido entre los años 1985 y 2020.

Autor: Ing. Edi Juri

La Dirección Nacional de Hidrografía (DNH) fue creada en el año 1906 con el nombre de Oficina de Navegación de los Ríos del Interior, dentro del entonces Ministerio de Fomento. Posteriormente, en el año 1911, al ser reestructurado el Ministerio de Fomento y pasando a llamarse Ministerio de Obras Públicas, la Oficina de Navegación de los Ríos del Interior toma el nombre de Dirección de Hidrografía, la que varios años después pasa a denominarse Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Sus competencias, además de las de asesorar al Poder Ejecutivo en materia de puertos y vías navegables, han tenido que ver con el planeamiento, proyecto y construcción de puertos en todo el país, con la gestión y administración de puertos deportivos, con la administración, mantenimiento y desarrollo de vías navegables (dragados y balizamiento), con la realización de obras hidráulicas, con la administración de álveos de dominio público, con la gestión de concesiones portuarias a privados en álveos públicos, y con la gestión y administración de los recursos hídricos, esto último hasta el año 2006.

A partir del año 1985, durante el gobierno de la restauración democrática en la primera presidencia del Dr. Julio María Sanguinetti (1985 -1990), siendo Jorge Sanguinetti Sáenz el Ministro de Transporte y Obras Públicas y quien suscribe esta nota el Director Nacional de Hidrografía, decidimos llevar a cabo dentro del área de competencia de puertos y vías navegables de la DNH, una política de desarrollo de una red nacional de puertos turístico deportivos a todo lo largo de las costas uruguayas del Océano Atlántico, del Río de la Plata, del Río Uruguay y de todas las vías navegables interiores del país, como el Río Negro, el Río San Salvador, el Río Santa Lucía, el Arroyo de las Vacas, el Arroyo San Juan, el Arroyo Riachuelo, el Arroyo Rosario, el Río Cebollatí, la Laguna Merín, etc.; todo esto sin perjuicio de las tareas de mantenimiento y desarrollo de la infraestructura de los puertos comerciales del Interior, el mantenimiento de las vías navegables (dragados y balizamiento) y la gestión y control de concesiones portuarias y de álveos públicos a privados.

Para ello conformamos en ese entonces en la D.N.H. un calificado grupo técnico integrado por Ingenieros (algunos que ya estaban, otros que ingresaron a la función pública en 1985, otros que pasaron de otros organismos públicos), Arquitectos, Agrimensores, Geólogos, Hidrólogos, Asesores Náuticos y funcionarios de apoyo, quienes consustanciadamente constituyeron un equipo multidisciplinario dedicado al estudio, proyecto y construcción de puertos, en el marco de lo que en aquella época denominamos **Plan de Desarrollo de una Cadena de Puertos Turísticos en el Uruguay** destinado a

potenciar el turismo náutico y la calidad de la relación urbana y ambiental entre puerto y ciudad, o entre puerto y entorno terrestre natural de apoyo, como base para un mejor y más calificado desarrollo del turismo y de la calidad de vida en el Uruguay. Con este plan, mediante la mejora de puertos existentes y la construcción de nuevos puertos, se buscaba dotar a la náutica de refugios seguros y cercanos, sobretodo en costas del Río de la Plata, que habilitaran a que mediante navegación diurna se pudiera llegar siempre a un refugio o puerto, de ahí el nombre de cadena o rosario de puertos que se utilizó desde aquella época. Era un plan para desarrollar a corto, mediano y largo plazo, más allá de un período de gobierno; como debe ser la obra pública.

Paralelamente a la constitución de este equipo técnico multidisciplinario dentro de la DNH, propiciamos el apoyo científico y técnico de institutos externos a la misma, especializados en temas de Ingeniería Hidráulica, Ingeniería de Costas y otras disciplinas afines, para lo cual propiciamos un Convenio Marco de Cooperación Científica y Técnica entre el MTOP y la Universidad de la República que se firmó con especial apoyo del Presidente de la República y del Rector de la Universidad en Abril de 1985 y que abrió el camino para hacer Convenios Específicos de estudios. El primero de esos convenios específicos fue



1. Puerto de Punta del Este



2. Puerto de Piriápolis

para el Estudio con Modelo Hidráulico del Puerto de La Paloma, llevado a cabo entre la DNH y el Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería de la UDELAR, convenio pionero que incluyó la reconstrucción previa del Laboratorio de Hidráulica de la Facultad, que se encontraba hasta ese entonces en total abandono, y la construcción y operación de un modelo físico de dicho puerto para los estudios hidráulicos correspondientes. A este convenio específico le siguió poco después otro para el Estudio con Modelo Hidráulico del Futuro Puerto de Piriápolis.

Además contamos en ese período, entre otros, con un muy importante apoyo en estos temas de parte del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España que envió técnicos especializados, perfeccionó técnicos nacionales en el país y en Europa y realizó estudios que fueron básicos para el desarrollo de este plan, transmitiendo la enorme experiencia española en el planeamiento, proyecto y construcción de marinas y puertos deportivos, particularmente en sus costas del Mar Mediterráneo. Asimismo Francia y Países Bajos brindaron asistencia a la DNH, principalmente en perfeccionamiento de técnicos en Puertos y en Ingeniería de Costas.

Es de destacar también la importancia que tuvo y tiene el contacto continuo con los actores y usuarios de los puertos, con las autoridades y vecinos de los pueblos o ciudades donde se ubica cada proyecto u obra, y el contacto con el ambiente náutico y con las actividades náuticas deportivas, para lo cual contamos con el apoyo y asesoramiento de todo el ambiente náutico nacional y también del ambiente náutico argentino, principales usuarios de nuestros puertos, a través de los clubes náuticos de ambos países.

Un puerto turístico deportivo necesita junto a él un ambiente urbano que se integre al puerto y que integre el puerto a la ciudad, o un ambiente natural paisajísticamente integrado, o las dos cosas a la vez. No es lo mismo una ciudad con puerto que una ciudad sin puerto. Un puerto bien diseñado y bien implantado en el paisaje urbano o en el paisaje natural potencia la calidad de la ciudad y la calidad del puerto.

Gracias a esas premisas y a la calidad de los resultados que se fueron obteniendo, ese plan iniciado allá por 1985 se siguió llevando

a cabo en grandes rasgos hasta el presente por la DNH, a lo largo de cada uno de los diversos períodos gubernamentales que se sucedieron durante estos 35 años en que transcurrieron siete gobiernos de tres partidos políticos diferentes.

Durante el período 2005-2010 de la primer presidencia del Dr. Tabaré Vázquez, siendo Ministro de Transporte y Obras Públicas Víctor Rossi, me tocó nuevamente ser Director Nacional de Hidrografía, período en el cual, con los sobrevivientes de aquel equipo multidisciplinario de 1985-90 y algunos pocos jóvenes técnicos que se fueron integrando a través del tiempo, ya a un equipo con una significativa experiencia en materia de proyectos, construcción y administración portuaria, no hicimos otra cosa en esta área de competencias de la DNH que proseguir y reimpulsar el mismo plan, avanzando y concretando nuevas e importantes obras portuarias y realizando obras de mantenimiento o ampliación en otras, dentro de lo que en ese período denominamos **Plan de Recuperación del Patrimonio Portuario Nacional 2005-2010.**

De esta manera, gracias a la labor de todos los Directores Nacionales de la DNH que ejercieron durante este período de 35 años y los precursores que los antecedieron y aportaron iniciativas al desarrollo portuario del país, Uruguay tiene hoy una cadena de Puertos Turístico Deportivos de primer nivel y de muy variada concepción paisajística, entre los cuales podemos destacar:

En la costa Este: el Puerto oceánico de **La Paloma**, pesquero y turístico, con sus muelles totalmente renovados y ampliados y con una nueva escollera; el **Puerto de Punta del Este**, totalmente renovado y ampliado con mayor cantidad de marinas y gran capacidad de amarras y alta calidad de servicios; y el **Puerto de Piriápolis**, recreado a nuevo con una implantación paisajística excepcional y servicios de explanada con travelift que atiende la náutica del Atlántico Sur. En este período se realizaron también estudios y se elaboró un anteproyecto para un futuro puerto deportivo en **Atlántida**.

En la costa de Montevideo: el nuevo puerto de yates actualmente en construcción en **Punta Carretas**, que ampliará la oferta náutica de la ciudad de Montevideo que hasta hoy sólo ofrece el **Puerto del Buceo** y en



3. Puerto del Sauce (Juan Lacaze)

menor grado el **Puerto de Santiago Vázquez**. Durante este período se hizo también el dragado completo del Puerto del Buceo (1988) y la reconstrucción de su muelle principal (2008). La idea para Montevideo, aún inconclusa, era conformar un sistema náutico específico sobre la base de cuatro polos náuticos: el Puerto del Buceo, el Puerto de Punta Carretas, el Puerto de Santiago Vázquez (Río Santa Lucía) y el Puerto de la Isla de Flores, mejorando o ampliando las infraestructuras existentes y desarrollando la potencialidad del entorno terrestre y paisajístico de cada polo.

En la costa Oeste: el nuevo puerto de yates en **Puerto del Sauce** (Juan Lacaze), que ya opera durante todo el año con capacidad casi colmada y al que recientemente se le ha agregado un servicio de travelift con una nueva explanada terrestre para estacionamiento, mantenimiento y reparación de embarcaciones; el **Atracadero de Yates del Arroyo Riachuelo,** que es un verdadero parque náutico natural muy cercano a la ciudad de Colonia, en el cual se reconstruyeron las dos escolleras que marcan la desembocadura del arroyo y se construyó un atracadero en su cauce interior, junto



4. Puerto de Carmelo (Arroyo de las Vacas)

al cual, se incorporó un predio ribereño de gran valor ambiental y paisajístico en el que se agregaron oficinas y servicios para los navegantes; el **Puerto Viejo de Colonia del Sacramento,** con delicadas intervenciones llevadas a cabo oportunamente en consulta con la Comisión de Patrimonio Histórico de la Colonia del Sacramento y particularmente con sus principales referentes de entonces, los Arqtos. Miguel Odriozola y Mauricio Cravotto; y el **Puerto de Carmelo**, ampliado y remozado en toda su infraestructura incluyendo nuevas escolleras, reconstrucción y ampliación de muelles y una nueva Estación de Pasajeros para el tráfico de lanchas Carmelo – Tigre. Se hizo también el dragado completo del Puerto Viejo de Colonia, del acceso al Arroyo San Juan, del acceso al Arroyo San Francisco en Conchillas y del acceso al Puerto de Carmelo, todos en el Río de la Plata.

En el Litoral del Río Uruguay: el **Puerto de Yates de Dársena Higueritas** en Nueva Palmira, totalmente renovado en sus muelles de atraque y la calidad de su entorno; **el Atracadero del Balneario Las Cañas;** la reconstrucción patrimonial del **Viejo Muelle del ex Frigorífico Anglo** actualmente en ejecución; el **Atracadero de Yates de Fray Bentos**, dentro del puerto; obras de mantenimiento en los puertos de Nuevo Berlín, San Javier, Paysandú, Salto, Constitución, Belén y Bella Unión; la reconstrucción patrimonial del **Puerto Viejo de San Javier**; y el apoyo a la construcción de **la Dársena para Yates del Yacht Club Paysandú**.

En el Río Negro: el **Puerto de la Villa de Santo Domingo de Soriano**, reconstruido totalmente y reformulada su área terrestre con significativo atractivo turístico; y el **Puerto de Mercedes** (Muelle Comercio y Muelle Treinta y Tres Orientales), restaurados y con su área terrestre reconvertida e integrada como paseo urbano portuario de excelente calidad y estilo junto al río.

Y hay muchas intervenciones más que podríamos mencionar, como la reconstrucción del **Puerto de La Charqueada** en el Río Cebollatí con un paseo costero urbano; o la reconstrucción del muelle y construcción de una Terminal de Pasajeros para el tráfico de lanchas Bella Unión – Monte Caseros en el **Puerto de Bella Unión** sobre el Río Uruguay en el extremo Norte del país; o el impulso al Tratado de Navegación con Brasil para el desarrollo de la **Hidrovía Uruguay – Brasil** que habilita la navegación comercial y turística de la Laguna Merín y sus afluentes uruguayos navegables como el Río Cebollatí o el Río Tacuarí, y el Canal San Gonzalo y la Laguna de los Patos en Brasil.

Durante este período la DNH también realizó obras importantes en puertos comerciales del Interior como la prolongación de los muelles de ultramar de los Puertos de Fray Bentos y Nueva Palmira y la ampliación del área terrestre del Puerto de Fray Bentos.

Creemos que estas obras portuarias llevadas a cabo en estos últimos 35 años por la Dirección Nacional de Hidrografía del MTOP son un verdadero orgullo para la Ingeniería Nacional, para el Urbanismo Nacional y para el Paisajismo Nacional, y constituyen un aporte altamente significativo para el desarrollo del Turismo en el Uruguay. Ellas fueron desarrolladas por un equipo técnico y administrativo de calidad, calidad que proviene de la fuerte convicción que adquieren los funcionarios al sentirse partícipes y creadores de los resultados, resultados que trascienden a los cortos períodos de sus autoridades políticas. Y ésta es a nuestro juicio la razón principal por la que nos permitimos afirmar que esto ha sido un verdadero **Plan Nacional de Desarrollo de Puertos Turístico Deportivos en Uruguay** durante estos 35 años.

Las fotos adjuntas muestran algunos de los resultados.

Hoy, la Dirección Nacional de Hidrografía del MTOP administra directamente alrededor de 30 puertos y atracaderos en todo el país y gestiona todas las concesiones portuarias a privados, incluidas las grandes obras de Terminales Graneleras y de Celulosa como M'Bopicua, Botnia (UPM), Zona Franca de Nueva Palmira, Ontur, Corporación Navíos, Montes del Plata.

La experiencia de estos 35 años de la DNH muestra que administrar un puerto turístico deportivo, además de asegurar un buen funcionamiento y una fluida relación con los usuarios, requiere de un proceso de mejora continua de los servicios y de su infraestructura. Esa mejora continua se potencia en calidad y eficiencia cuando la administración portuaria se lleva a cabo en conjunto y en contacto permanente con quienes planifican, proyectan y

construyen las obras de mantenimiento o crecimiento que van surgiendo como necesarias en la infraestructura y sus instalaciones, y proveen su financiación.

En fin, queda mucho para seguir haciendo y ojalá que se pueda seguir haciendo con los mismos o similares criterios y mejores resultados aún que los logrados hasta el presente.

Febrero de 2020

Acad. Ing. Edi Juri Craviolo
Ingeniero Civil (Universidad de la República). Actividad profesional en proyectos, obras civiles y consultorías. Docente gr.2 del Instituto de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería (1963-1973). Director Nacional de Hidrografía del MTOP (1985-1990). Director Nacional de Medio Ambiente del MVOTMA (1990-1992). Director gr.5 de la Unidad Central de Medio Ambiente de la UDELAR (1992.1999). Director Nacional de Hidrografía del MTOP (2005-2010). Desde 1994 miembro titular de la Academia Nacional de Ingeniería del Uruguay.



5. Dársena Higueritas (Nueva Palmira)



6. Puerto de Mercedes (Río Negro)

Biotecnología como solución para la revalorización de glicerol crudo

Autoras: Ing. Magdalena Ripoll, Lic. Erienne Jackson y Lic. Lorena Betancor
Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ingeniería, Universidad ORT Uruguay

La biotecnología es una amplia disciplina en la cual se explotan las propiedades de procesos biológicos, organismos, células o componentes celulares para desarrollar nuevas tecnologías. Las herramientas o productos desarrollados por biotecnólogos son útiles en investigación, agricultura, clínica o industria.

Precisamente, la biotecnología industrial, ha tenido un rápido crecimiento los últimos 20 años (Figura 1) presentándose como alternativa económica y medioambientalmente amigable para la producción de productos químicos, materiales y combustibles de manera sostenible. Un ejemplo de implementación de estos procesos es la síntesis del antibiótico Cefalexina® de la multinacional DSM en donde el proceso químico tradicional de 10 pasos fue reemplazado por una ruta puramente biocatalítica con un primer paso catalizado por un microorganismo y dos pasos subsiguientes catalizados por enzimas. Se ha demostrado que este proceso industrial utiliza un 65% menos de energía, 65% menos de químicos contaminantes, genera menos residuos y es un 50% más económico [1].

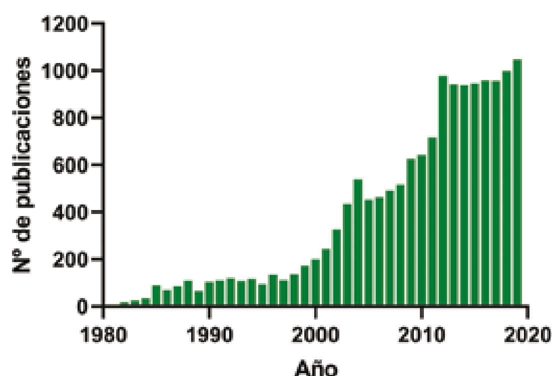


Figura 1. Número de publicaciones por año sobre "biotecnología industrial". Fuente Scopus.

Otro ejemplo del aporte de la biotecnología industrial es la conversión enzimática de los residuos de biomasa lignocelulósica para proporcionar azúcares en la producción de bioetanol. La alternativa química requiere mayores tiempos de incubación y rinde bajas tasas de hidrólisis, lo que proporciona un balance económico desfavorable con respecto al uso de cócteles enzimáticos más eficientes [2], que en nuestro país son habitualmente utilizados por ALUR.

El uso de métodos biológicos de manufactura industrial es un excelente punto de partida para crear procesos verdes. A pesar de que la parte "bio" de las biotransformaciones en biotecnología industrial, las hace medioambientalmente amigables, son sus propiedades catalíticas las que le proporcionan una ventaja de química verde. La Química Verde es un concepto y principio orientador para fomentar el desarrollo de procesos y productos con en el más bajo impacto o huella medioambiental. Cuenta con 12 principios fundamentales [3] que incluyen la reducción de contaminantes, el uso de recursos renovables, la prevención de generación de residuos o la eficiencia energética. Estos principios han sido consciente y subconscientemente aplicados en los últimos años en el desarrollo de procesos industriales para cumplir con nueva regulatoria o porque proporciona beneficios económicos.

La biotecnología industrial integra a la química verde principalmente en su efecto medioambiental positivo. Las biotransformaciones son bioprocesos verdes ventajosos frente a los métodos químicos convencionales ya que a menudo logran altas eficiencias catalíticas, selectividad y fácil o nulo procesamiento *downstream*. Además,

las biotransformaciones se realizan bajo condiciones suaves con menores requerimientos energéticos ofreciendo tecnologías medioambientalmente limpias. Tanto la química verde como la biotecnología industrial comparten el desafío de proporcionar ventajas económicas significativas usando procesos sostenibles para desplazar procesos que actualmente se estén utilizando con amplia aceptación industrial, o incluir nuevos procesos de valorización de residuos que integren el concepto de biorefinería para una economía circular. El futuro de la manufactura de compuestos químicos seguramente convergerá en la integración de procesos químicos y biotecnológicos más eficientes y sostenibles.

A pesar de las ventajas anteriormente mencionadas, las biotransformaciones industriales tienen limitaciones que requieren avances a nivel de laboratorio para mejorar las productividades y permitir nuevos desarrollos o mejorar los existentes. En este trabajo tomamos el ejemplo de la biotransformación del glicerol, subproducto de la industria del biodiesel, para demostrar que los bioprocesos y biocatalizadores pueden ser mejorados para aumentar sus perspectivas de implementación industrial.

El problema del glicerol crudo

El aumento global de la población en los últimos años ha impactado directamente sobre la economía, aumentando la demanda por alimentos, combustibles y otros productos. Consecuentemente, los requerimientos por recursos de origen fósil han aumentado, así como también los desechos generados, lo que genera un impacto negativo tanto en el ambiente como en el resto de los recursos [1]. Es por estas razones que existe una necesidad general de una química más limpia y sostenible. La industria química se ve forzada a prestar atención a estas cuestiones, considerando la naturaleza finita de algunos recursos y la necesidad de utilizarlos de manera eficiente [2].

El biodiesel es una alternativa renovable a los combustibles fósiles producido a partir de aceites vegetales y grasas animales a través de procesos de transesterificación con alcohol, generalmente catalizados por NaOH o KOH. El principal producto secundario de la industria del biodiesel es el glicerol, generándose aproximadamente 1 kg de glicerol crudo cada 10 kg de biodiesel [4], [5], [6] (Figura 2). A pesar de que el glicerol puro (> 95% de pureza) es un producto de gran valor en el mercado, el glicerol crudo obtenido luego del proceso de transesterificación posee contaminantes, alcanzando grados de pureza máximos de entre 60 y 80%, lo que disminuye significativamente su valor [4]. La oferta de este producto en el mercado global supera significativamente la demanda debido al gran aumento en la producción de biodiesel que aconteció en los últimos años, hecho que además ha impactado negativamente en el precio del glicerol crudo en el mercado. A su vez, la obtención de glicerol puro para su uso en las industrias química y alimentaria (> 99%) a partir de este residuo es muy costosa [22]. Es por estas razones que resulta de especial interés comercial buscar formas de revalorizar este subproducto.

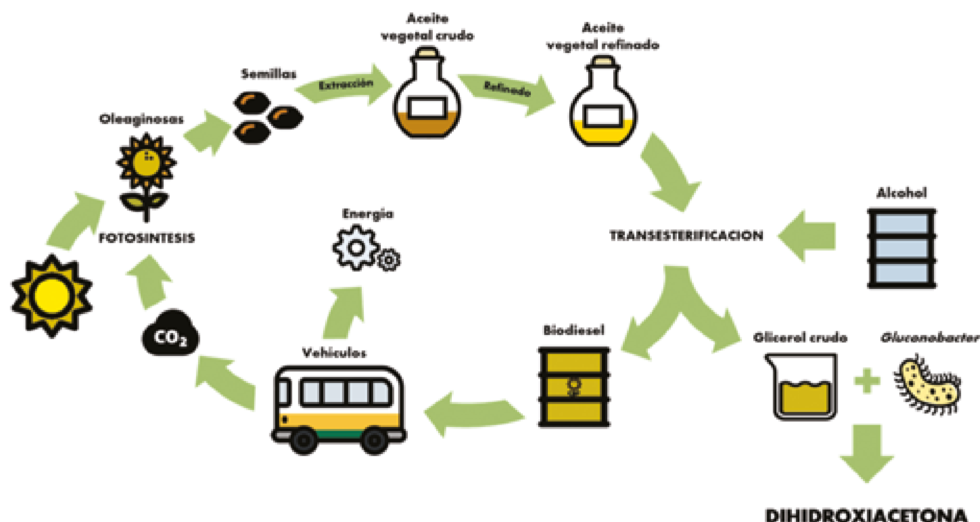


Figura 2. Ciclo de producción del biodiesel, generación de glicerol crudo y esquema de biotransformación a dihidroxiacetona.

Revalorización del glicerol crudo

El glicerol crudo es un residuo con gran potencial para su revalorización, encontrando usos en diversas industrias como tal o a través de su conversión a otros productos de mayor valor agregado. Mientras la producción de biodiesel continúa creciendo, el mercado del glicerol crudo se ve cada vez más afectado, por lo que su comercio como tal no supone grandes ganancias [22]. Sin embargo, en los últimos años se han encontrado usos para el glicerol crudo sin procesar que suponen un cierto rédito económico. Entre ellos se encuentra su utilización como biocombustible en hornos industriales, práctica que acarrea la producción de tóxicos como la acroleína [27]. Otra alternativa que involucra el glicerol crudo como tal es su agregado como ingrediente en raciones de alimento para ganado, tanto rumiantes como no rumiantes [26]. El agregado de glicerol crudo a estas raciones ha probado ser beneficial en todos los casos, sin embargo, el exceso del residuo en estos alimentos puede afectar la fisiología y el metabolismo de los animales [26]. Existen además otros potenciales usos para el glicerol crudo, por ejemplo, su empleo como solvente orgánico "verde" para numerosas reacciones, su uso como combustible para producir electricidad a partir de celdas microbianas y su función como fuente de carbono para la remoción del nitrato en procesos de desnitrificación de agua [26].

Otra opción para la revalorización del glicerol crudo es su conversión a otros productos de mayor valor agregado. Para ello existen procesos de conversión química convencional y bioconversiones [26]. Estos primeros implican condiciones extremas de reacción y la utilización de catalizadores químicos por lo que generalmente tienen un alto impacto ambiental. Entre los productos obtenidos por conversiones químicas se encuentra la triacetina, un aceite transparente de grado alimenticio que se obtiene a partir de glicerol crudo y ácido acético sin el empleo de un catalizador [28]. Otro producto obtenido a través de una conversión química convencional es el (2,2-dimetil-1,3-dioxolan-4il) metil acetato, utilizado como aditivo que aporta viscosidad al biodiesel [26]. Por otra parte, la ya mencionada acroleína puede utilizarse como bloque de construcción para la producción de detergentes, polímeros de ésteres de ácido acrílico y polímeros superabsorbentes [26]. Otra alternativa de revalorización del glicerol crudo de la industria del biodiesel es la producción de gas hidrógeno, proceso que se está estudiando actualmente en Uruguay por Veiga y colaboradores [27], [29]. Esta reacción precisa de catalizadores químcos, temperaturas que oscilan entre los 450 y 650ºC dependiendo del proceso y da como resultado una mezcla gaseosa rica cuyos mayores componentes son H_2, CO_2 y CO [29].

La mayoría de los compuestos de mayor valor agregado obtenidos a partir de glicerol crudo son producto de reacciones de bioconversión utilizando microorganismos. Estos son muy variados y se obtienen a través de reacciones con células en crecimiento o células en reposo, tanto libres como inmovilizadas, de una gran variedad de especies microbianas. Entre ellos se encuentra el 1,3-propanodiol que es obtenido utilizando como catalizadores especies de la familia *Enterobacteriaceae*. Este compuesto sirve como monómero para la producción de polímeros fotoestables y es utilizado en las industrias química, alimenticia y farmacéutica [30]. Otro compuesto obtenido a partir del glicerol crudo es el ácido cítrico, utilizando como catalizador la bacteria *Yarrowia lipolytica* [26]. Este ácido es de importancia en las industrias química, farmacéutica, alimenticia y agropecuaria [30]. También es posible la producción de hidrógeno por parte de *Rhodopseudomonas palustris*, a través de reacciones de conversión foto-fermentativa del glicerol crudo [26]. La producción de bioplásticos, como los polihidroxialcanoatos (PHAs) por parte de especies como *Cupriavidus necator, Zobellella denitrificans* y *Pseudomonas oleovorans* es otro ejemplo de la gran variedad de productos que se pueden obtener a partir de la bioconversión del glicerol crudo [26], [30].

En particular, este trabajo tiene su foco en la producción de otro compuesto de alto valor agregado, la dihidroxiacetona (DHA) producidas por bacterias del género *Gluconobacter.*

Dihidroxiacetona (DHA)

La DHA (1,3-dihidroxi-2-propanona, $C_3H_6O_3$) es una cetotriosa que se produce en la remolacha azucarera y la caña de azúcar como producto de la oxidación del glicerol [7]. Su peso molecular es de 90,08 g/mol y su punto de fusión se encuentra entre los 75 y 80°C. Es un polvo blanco, higroscópico, con sabor dulce y refrescante, y aroma característico. Es el representante más simple de las cetosas conocidas, no posee centros quirales ni muestra actividad óptica.

En el año 1970, la DHA fue incluida por la *Food and Drug Administration* (FDA) en la lista de componentes cosméticos permitidos [8]. Es ampliamente conocida y utilizada como agente bronceante ya que en contacto con la piel cambia el color a una tonalidad marrón. Este cambio de coloración resulta de una reacción de la DHA con grupos de aminoácidos libres de arginina que ocurre en la cutícula. La DHA no solo encuentra usos en la cosmética, sino que también en la dermatología como agente terapéutico en el tratamiento de enfermedades como la Leucoderma y la Porfiria variegata [8]. También oficia como materia prima para la producción de sustancias químicas de importancia desde el punto de vista industrial, tales como el 1,2-propilenglicol, el ácido láctico, el metotrexato, algunos tensioactivos, etc [7]. A su vez, la DHA puede ser utilizada como donor en reacciones de síntesis química utilizando aldolasas, para la construcción estereoselectiva de enlaces C-C [9].

La DHA puede ser sintetizada por dos métodos, el químico y el microbiológico [8]. La síntesis química puede proceder a través de la oxidación catalítica de glicerol o condensación de formaldehído con carbonato de calcio. Tal proceso de transformación de glicerol a DHA procede de un modo no homogéneo, adicionalmente resulta en la formación de compuestos complejos y difíciles de eliminar, y el rendimiento de reacción no es satisfactorio.

Por otra parte, los métodos microbiológicos consisten en la oxidación parcial de glicerol a DHA mediante cepas seleccionadas de bacterias de ácido acético como *Gluconobacter oxydans, Gluconobacter melanogenus, y Acetobacter xylinum*. Estas cepas se caracterizan por presentar una alta actividad de glicerol deshidrogenasa, la enzima que cataliza esa reacción [8]. La oxidación del glicerol por las bacterias del ácido acético puede darse por dos vías resultando en la producción de DHA. La primera vía ocurre en ausencia de adenosina trifosfato (ATP) y nicotinamida adenina dinucleótido (NAD), procede a pH 6,0. La única enzima que cataliza esa reacción es la glicerol deshidrogenasa ubicada en la membrana y genera como producto la DHA [8]. La segunda vía de transformación de glicerol ocurre a pH 8,5 y requiere la presencia de ATP, NAD, iones Mg^{2+} y de la enzima glicerol quinasa [8]. En un primer paso, el glicerol es convertido en glicerol-3-fosfato por la enzima glicerol quinasa y luego es oxidado a la forma fosforilada de la DHA, DHAP, por una deshidrogenasa dependiente de NAD [8]. La DHAP luego es metabolizada para la producción de biomasa [10]. La cepa más ampliamente estudiada para la producción de DHA es *Gluconobacter oxydans* [7]. Cabe destacar que desde el año 1998, la empresa Merck cuenta con una patente para la preparación de DHA utilizando *G. oxydans* en crecimiento [11].

El género *Gluconobacter*

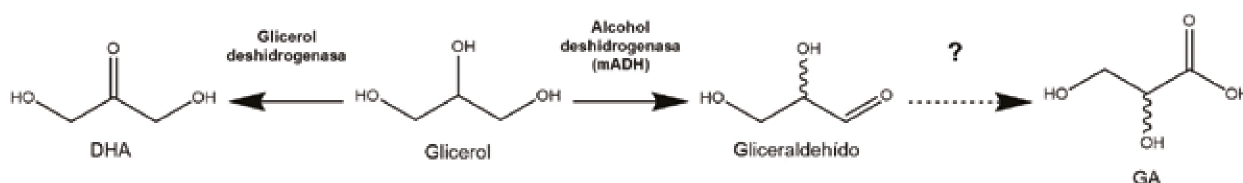
Las bacterias del género *Gluconobacter* pertenecen a la familia *Acetobacteraceae*. Linajes de *Gluconobacter* han sido aislados de flores, tierra de jardín, miel de abeja, frutas, sidra, cerveza, vino y vinagre de vino [12]. Las especies del género *Gluconobacter* han mostrado no tener efectos patogénicos ni para el hombre ni para otros animales [13]. Este género está constituido por bacterias del ácido acético con forma de bastones, Gram negativas, que no forman endosporas. Son catalasa positivas, oxidasa negativas, no reducen nitrato, no producen indol, ni forman H_2S [13]. Poseen un metabolismo estrictamente respiratorio, con oxígeno como aceptor final de electrones. Su temperatura óptima de crecimiento está entre los 25 y 30°C y su pH óptimo se encuentra entre 5,5 y 6,0 [13].

Al igual que múltiples especies de bacterias del ácido acético, las bacterias del género *Gluconobacter* se destacan por el gran número de alcohol y aldehído deshidrogenasas de membrana que poseen, permitiendo la oxidación incompleta de carbohidratos y alcoholes a aldehídos, cetonas y ácidos orgánicos [14] such as Na-alginate concentration, cell load, and bead diameter, were optimized. The mathematical model developed was validated and proven to be statistically adequate and accurate in predicting the response. For both activity and stability responses, the best results were achieved at alginate concentration of 2.55% (w/v. A su vez, los productos de oxidación son secretados casi completamente al medio [14]such as Na-alginate concentration, cell load, and bead diameter, were optimized. The mathematical model developed was validated and proven to be statistically adequate and accurate in predicting the response. For both activity and stability responses, the best results were achieved at alginate concentration of 2.55% (w/v. Es por esta razón que este género es de gran importancia en la industria para la producción de L-sorbosa a partir de D-sorbitol, ácido D-glucónico, ácido 5-ceto- y 2-cetoglucónico a partir de D-glucosa; y DHA y GA a partir de glicerol, entre otros [13]. Las vías para la formación de DHA y GA a partir de glicerol se observan en el Figura 3.

La oxidación del glicerol para obtener DHA es catalizada por la enzima glicerol deshidrogenasa [15]. Esta enzima forma parte de un grupo de deshidrogenasas presentes en la membrana interna de las bacterias del ácido acético [16]. El sitio activo de estas enzimas está orientado hacia el espacio periplásmico, por lo que no es necesario el transporte de sus sustratos hacia el interior de la célula [17]. En particular, esta enzima es una quinoproteína, es decir que es dependiente del cofactor Pirroloquinolina quinona (PQQ), que actúa junto a la ubiquinona para acoplar la oxidación de los sustratos de la enzima con la cadena respiratoria [16]. Por otro lado, el GA es obtenido mediante dos oxidaciones secuenciales. En un primer paso, la enzima mADH oxida el glicerol a gliceraldehído, mientras que en un segundo paso este último es oxidado a ácido glicérico. El catalizador involucrado en el segundo paso de la vía aún no ha sido elucidado. Al igual que la enzima glicerol deshidrogenasa, la mADH es también parte del grupo de deshidrogenasas de membrana presentes en bacterias del ácido acético. Esta enzima está comprendida por tres subunidades distintas: la unidad deshidrogenasa mayor, un citocromo c y otra subunidad pequeña, de 15 kDa, que posiblemente tenga una función de estabilización estructural de la enzima [18], [19].

La conversión microbiológica del glicerol crudo a DHA y GA requiere de cepas bacterianas que resistan los contaminantes presentes en el mismo. Frecuentemente este producto de descarte contiene una cantidad considerable de metanol, ya que este es uno de los alcoholes más frecuentemente utilizados durante la transesterificación de grasas y aceites para la producción de biodiesel [20] A su vez, suele presentar otras impurezas como ácidos grasos, sales inorgánicas, jabón, cenizas o polioles [4], [21]. Existen en la bibliografía varios reportes de

Figura 3. Vías para la formación de GA y DHA a partir de glicerol por Gluconobacter spp. La flecha discontinua indica una reacción aún no elucidada en la formación de GA.



la síntesis de DHA y GA por bacterias del género Gluconobacter, muchas de ellas utilizando glicerol crudo como sustrato [7], [22].

La conversión de glicerol por cepas de *Gluconobacter* frecuentemente se encuentra reportada para células en crecimiento [7]. Al trabajar con microorganismos en crecimiento se generan reacciones secundarias y por ende productos no deseados. Es por esta razón que es necesario minimizar la ocurrencia de este tipo de reacciones. Una forma de minimizar estas reacciones es trabajar con células en condiciones de no-crecimiento, conocidas como células en reposo [23]. Estas células no se encuentran en crecimiento, pero están metabólicamente activas. Por esta razón tienen un gran potencial en biotransformaciones redox dependientes de cofactores ya que no necesitan destinar energía a la producción de biomasa [24] nongrowing. Actualmente, existen pocos reportes en la literatura de la utilización de células de *Gluconobacter* en reposo en la síntesis de los compuestos de interés [19].

Las conversiones con células en reposo pueden llevarse a cabo con las mismas libres en suspensión o inmovilizadas.Sin embargo, el estudio previo de la conversión de glicerol con células en reposo libres es fundamental para establecer algunas condiciones de inmovilización del biocatalizador y establecer parámetros de comparación con las cepas inmovilizadas.

Reportes previos demuestran que la conversión de glicerol a DHA y GA por bacterias del género *Gluconobacter* se ve afectada por el pH, la aireación, la agitación y la fuente de nitrógeno [7], [25]. Estudiar cómo afectan estos parámetros a las bacterias es de gran importancia para desarrollo del proceso. Por esta razón, se realizaron una serie de ensayos con el fin de estudiar condiciones para obtener máximas conversiones de glicerol a los productos de interés y así poder seleccionar las mejores cepas para su posterior inmovilización.

Conversiones de glicerol industrial por células en reposo libres

Se estudió la conversión utilizando glicerol crudo de calidad *splitting* como sustrato para las células en reposo.

Los resultados obtenidos en nuestro laboratorio indican que no existen diferencias en la producción de DHA a partir de glicerol de crudo de calidad *splitting*, en comparación con los resultados obtenidos con glicerol puro. La producción de DHA por parte de *G. oxydans* no se ve afectada por la presencia de los contaminantes presentes en el glicerol de *splitting*, obteniéndose luego de 45 horas una conversión cuantitativa de los 50 g/L de glicerol adicionado (Figura 4).

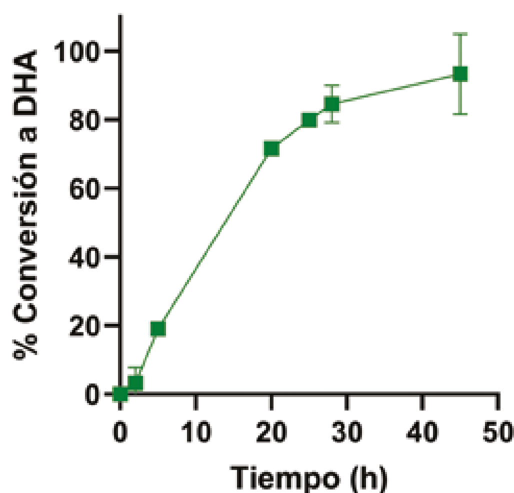


Figura 4. Cinética de conversión de glicerol crudo a DHA por células en reposo de G. oxydans. Condiciones: Reactor en batch, glicerol 50 g/L, KH2PO4 0,9 g/L, K2HPO4 0,1 g/L, MgSO4.7H2O 1 g/L, pH 3–830°C, 180 rpm, 30 mL volumen final, 20 mg de células.

Dados los resultados prometedores obtenidos para la transformación del glicerol crudo en DHA utilizando células de *G. oxydans* en reposo, se ahondó en el estudio de intensificación del proceso mediante estrategias para aumentar la formación de producto mejorando o manteniendo los costos del proceso.

Para esto, se llevaron a cabo una serie de transformaciones en las que se simplificó la composición de los medios de reacción (Figura 5). En estos estudios se encontró que ni el KH_2PO_4, ni el K_2HPO_4, ni el MgSO4 probaron ser necesarios para la conversión, ya que incluso cuando se ofreció glicerol crudo

en agua a las células, la cantidad de producto obtenida después de 20 h no varió con respecto a lo obtenido previamente bajo las mismas condiciones de pH y temperatura. Según nuestro conocimiento, este es el primer reporte sobre una transformación con células en reposo de glicerol crudo a DHA realizada exclusivamente en agua.

Con el fin de ampliar la perspectiva de implementación de esta bioconversión a gran escala, se estudió la conversión utilizando una cantidad reducida de agua sin variar la cantidad total de glicerol crudo en la reacción (1,5 g totales de glicerol en la conversión). Los resultados de este trabajo demuestran que una disminución del 50% en el volumen de reacción total resulta en una conversión más lenta, sin embargo, alcanza en 45 h los mismos niveles de conversión obtenidos a las 20 h con el doble de volumen de agua.

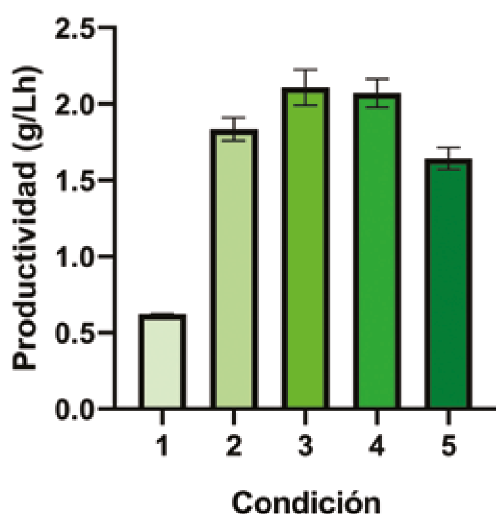


Figura 5. Intensificación de la producción de DHA a partir de glicerol industrial splitting usando Gluconobacter oxydans como biocatalizador. (1) Condiciones de partida. glicerol 50 g/L, KH2PO4 0.9 g/L, K2HPO4 0.1 g/L, MgSO4.7H2O 1 g/L, pH 6 en agua destilada, 2 mg de peso seco de células. (2) Incremento en el inóculo de 10 veces (20 mg de peso seco) resto de condiciones como en (1), (3) medio de reacción sin sales, (4) conversión en agua regular no destilada, (5) disminución del volumen total (20 mg de peso seco de células, 100 g/L de glicerol en 15 mL de agua. Todas las reacciones se llevaron a cabo a 30°C.

Consideramos estos resultados de suma importancia a la luz de una posible aplicación industrial de esta transformación ya que el costo del proceso puede verse significativamente reducido no solo por la reducción del gasto de agua sino también por la reducción del gasto energético asociado a la manipulación de volúmenes mayores. A menores volúmenes (5 y 1,8 mL) los niveles de productividad se vieron significativamente reducidos lo cual coincide con los resultados obtenidos a concentraciones altas de glicerol de partida. Los resultados obtenidos para la intensificación del proceso de bioconversión de glicerol en crudo utilizando *G. oxydans* se resumen de manera progresiva en la Figura 5 donde además se testeó la reducción de la temperatura de la conversión, lo que a nivel industrial podría llevar a una reducción de costos significativa. En estas condiciones se alcanzó una productividad de 2,07 g/L (similar al 1.91 g/L obtenido para glicerol puro previamente descrito). Estos resultados pueden compararse con los obtenidos por Hu y cols. [75] en el que *G. oxydans* ZJB09113 transformó glicerol puro con una productividad de 2,16 g / L.h para DHA, similar a la alcanzada en este trabajo, en un sistema de lote alimentado en un reactor de tipo airlift. Este trabajo, sin embargo, utilizó 15 veces más cantidad de biocatalizador en el sistema de 2 L (10 g/L en Hu y cols en comparación con 0,67 g/L en este trabajo).

Por otro lado, las conversiones más altas a DHA fueron reportadas por Zhou y cols en 2016, alcanzando productividades de 9,41 g/L.h de DHA con G. oxydans NL71 utilizando como sustrato glicerol puro y en condiciones de crecimiento que, como ya se mencionó anteriormente, dificultan la recuperación del producto [76]. Estudios futuros en diferentes configuraciones de reactores, utilizando las condiciones estudiadas, podrían mejorar los rendimientos como en Habe y cols. o Sato y cols [47,54].

Sobre las autoras

Magdalena Ripoll, es Ing. en Biotecnología (Universidad ORT Uruguay), Magíster en Química (UdelaR) y Asistente de Investigación del Departamento de Biotecnología de la Universidad ORT Uruguay. Es además docente de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad ORT Uruguay.

Erienne Jackson, es Lic. en Biología, Magíster en Química (UdelaR), Doctora en Química (UdelaR) y Coordinadora del Laboratorio de Biotecnología de Universidad ORT Uruguay. Es además docente de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad ORT Uruguay.

Lorena Betancor, es Lic. en Bioquímica (UdelaR), Doctora en Biología Molecular (Universidad Autónoma de Madrid) y Catedrática de Tecnología de Proteínas del Departamento de Biotecnología de Universidad ORT Uruguay.

Bibliografía

[1] C. Laane and F. Sijbesma, "Industrial Biotech at DSM: From Concept to Customer," in Value Creation, 2nd ed., F. Budde, U.-H. Felcht, and H. Frankemölle, Eds. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2005, pp. 389–402.

[2] E. M. M. Abdelraheem, H. Busch, U. Hanefeld, and F. Tonin, "Biocatalysis explained: from pharmaceutical to bulk chemical production," React. Chem. Eng., vol. 4, no. 11, pp. 1878–1894, 2019, doi: 10.1039/C9RE00301K.

[3] B. A. de Marco, B. S. Rechelo, E. G. Tótoli, A. C. Kogawa, and H. R. N. Salgado, "Evolution of green chemistry and its multidimensional impacts: A review," Saudi Pharm. J., vol. 27, no. 1, pp. 1–8, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.jsps.2018.07.011.

[4] M. Ayoub and A. Z. Abdullah, "Critical review on the current scenario and significance of crude glycerol resulting from biodiesel industry towards more sustainable renewable energy industry," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 16, no. 5, pp. 2671–2686, 2012, doi: 10.1016/j.rser.2012.01.054.

[5] H. Habe et al., "Microbial Production of Glyceric Acid, an Organic Acid That Can Be Mass Produced from Glycerol," Appl. Environ. Microbiol., vol. 75, no. 24, pp. 7760–7766, Dec. 2009, doi: 10.1128/AEM.01535-09.

[6] C. A. G. Quispe, C. J. R. Coronado, and J. A. Carvalho, "Glycerol: Production, consumption, prices, characterization and new trends in combustion," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 27, no. August 2016, pp. 475–493, 2013, doi: 10.1016/j.rser.2013.06.017.

[7] S. Khanna, A. Goyal, an d V. S. Moholkar, "Microbial conversion of glycerol: Present status and future prospects," Crit. Rev. Biotechnol., vol. 32, no. 3, pp. 235–262, 2012, doi: 10.3109/07388551.2011.604839.

[8] L. Stasiak and S. Blazejak, "Acetic acid Bacteria - perspectives of Application in Biotechnology - a Review," Polish J. Food Nutr. Sci., vol. 59, no. 1, pp. 17–23, 2009.

[9] M. Brovetto, D. Gamenara, P. Saenz Méndez, and G. A. Seoane, "C-C bond-forming lyases in organic synthesis," Chem. Rev., vol. 111, no. 7, pp. 4346–4403, Jul. 2011, doi: 10.1021/cr100299p.

[10] L. Stasiak-Rózańska, A. Berthold-Pluta, and P. K. Dikshit, "Valorization of waste glycerol to dihydroxyacetone with biocatalysts obtained from gluconobacter oxydans," Appl. Sci., vol. 8, no. 12, 2018, doi: 10.3390/app8122517.

[11] H. L. Ohrem and F. Westmeier, "Microbial process for the preparation of dihydroxyacetone with recycling biomass," 5770411, 1998.

[12] A. Oliveira and V. S. Junior, "Study of bacteria Gluconobacter sp.: isolation, purification, phenotypic and molecular identification," Ciência e Tecnol. Aliment., vol. 30, no. 1, pp. 106–112, 2010, doi: 10.1590/S0101-20612010000100016.

[13] A. Gupta, V. K. Singh, G. N. Qazi, and A. Kumar, "Gluconobacter oxydans: its biotechnological applications.," J. Mol. Microbiol. Biotechnol., vol. 3, no. 3, pp. 445–456, 2001, doi: 11361077.

[14] J. Wu, J. Le Wang, M. H. Li, J. P. Lin, and D. Z. Wei, "Optimization of immobilization for selective oxidation of benzyl alcohol by Gluconobacter oxydans using response surface methodology," Bioresour. Technol., vol. 101, no. 23, pp. 8936–8941, 2010, doi: 10.1016/j.biortech.2010.07.019.

[15] P. K. Dikshit and V. S. Moholkar, "Kinetic analysis of dihydroxyacetone production from crude glycerol by immobilized cells of Gluconobacter oxydans MTCC 904," Bioresour. Technol., vol. 216, pp. 948–957, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.biortech.2016.06.042.

[16] K. Matsushita, H. Toyama, and O. Adachi, "Respiratory Chains and Bioenergetics of Acetic Acid Bacteria," Adv. Microb. Physiol., vol. 36, pp. 247–301, 1994, doi: 10.1016/S0065-2911(08)60181-2.

[17] T. Ergön-Can, E. Erhan, and Ö. F. Algur, "Poly(glycidyl methacrylate-co-3-thienylmethylmethacrylate) as an immobilization matrix for microbial glycerol biosensing based on Gluconobacter oxydans," Mater. Sci. Eng. C, vol. 56, pp. 432–437, 2015, doi: 10.1016/j.msec.2015.07.006.

[18] S. Sato, M. Umemura, H. Koike, and H. Habe, "Draft Genome Sequence of Gluconobacter frateurii NBRC 103465, a Glyceric Acid-Producing Strain," Genome Announc., vol. 1, no. 4, pp. 3–4, 2013, doi: 10.1128/genomeA.00369-13.Copyright.

[19] H. Zhang, L. Shi, J. Lin, M. Sun, and D. Wei, "Effective improvement of the activity of membrane-bound alcohol dehydrogenase by overexpression of adhS in Gluconobacter oxydans," Biotechnol. Lett., vol. 38, no. 7, pp. 1131–1138, Jul. 2016, doi: 10.1007/s10529-016-2084-5.

[20] N. K. Patel and S. N. Shah, "Biodiesel from Plant Oils," in Food, Energy, and Water, 1st ed., Elsevier, 2015, pp. 277–307.

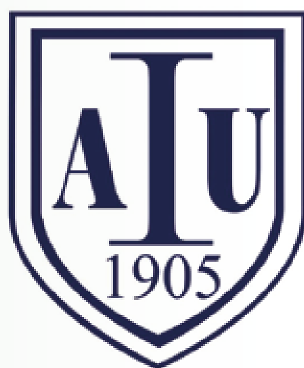
[21] P. S. Kong, M. K. Aroua, and W. M. A. W. Daud, "Conversion of crude and pure glycerol into derivatives: A feasibility evaluation," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 63, pp. 533–555, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.rser.2016.05.054.

[22] S. Sato, N. Morita, D. Kitamoto, T. Yakushi, K. Matsushita, and H. Habe, "Change in product selectivity during the production of glyceric acid from glycerol by Gluconobacter strains in the presence of methanol," AMB Express, vol. 3, no. 1, p. 20, 2013, doi: 10.1186/2191-0855-3-20.

[23] P. Zajkoska, M. Rebroš, and M. Rosenberg, "Biocatalysis with immobilized Escherichia coli," Appl. Microbiol. Biotechnol., vol. 97, no. 4, pp. 1441–1455, 2013, doi: 10.1007/s00253-012-4651-6.

[24] M. K. Julsing, D. Kuhn, A. Schmid, and B. Bühler, "Resting cells of recombinant E. coli show high epoxidation yields on energy source and high sensitivity to product inhibition," Biotechnol. Bioeng., vol. 109, no. 5, pp. 1109–1119, 2012, doi: 10.1002/bit.24404.

[25] P. K. Dikshit and V. S. Moholkar, "Optimization of 1,3-dihydroxyacetone production from crude glycerol by immobilized Gluconobacter oxydans MTCC 904," Bioresour. Technol., vol. 216, no. 2016, pp. 1058–1065, 2016, doi: 10.1016/j.biortech.2016.01.100.



HASTA
30%
DE DESCUENTOS

CONOCÉ TODOS NUESTROS
CONVENIOS

AAHES
A&E Estudio jurídico notarial
Altmann y asociados
Auto OK
Auxicar
Banco de Seguros del Estado
Berlitz
CECATEC
Centro de Producción Más Limpia
Compañía del Sur Viajes y turismo
Complejo Turístico Chuy
Edu School
Elbio Fernández
Europcar
Gate Uruguay
IMUR – Instituto de Marketing del Uruguay
INCAL
Instituto Crandon
Isede
KALYA Soluciones Informáticas
Miguel Cames Contador Público
Óptica Altieri
Plaza Business Center
Quality International
Queen´s School
Salir a Comer
Saludent
San Pedro del Timote
TCC
Termas Villa Elisa
Ucam Business School
UNIT
Universidad Católica del Uruguay
Universidad de la Empresa
Universidad de la República
Universidad de Montevideo
Universidad ORT
WZCAL - Uruguay

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY

Cuareim 1492
(+598) 2900 8951
aiu@vera.com.uy
www.aiu.org.uy

aingenierosu
aingenierosu
aingenierosu
@aingenierosu

LÍNEA SIKA® ANCHORFIX®

ADHESIVOS DE ALTA PERFORMANCE Y RÁPIDO CURADO PARA LA REALIZACIÓN DE ANCLAJES



Sika AnchorFix® S

Rápido curado

Adhesivo de anclaje para aplicaciones standard con cargas bajas a medias.



Sika AnchorFix®-2

Alta performance y rápido curado

Adhesivo de anclaje para aplicaciones estructurales con cargas medias a altas.

La línea de adhesivos Anchorfix® ofrece altas prestaciones y rápido curado para el anclaje de barras, pernos y varillas en hormigón, piedra o mampostería. Permite realizar aplicaciones desde escala domestica hasta las máximas exigencias. Es un sistema de 2 componentes encapsulados dentro de un mismo cartucho. Al extruirse, los componentes son mezclados completamente en el pico especial.

CARACTERÍSTICAS

- Ideal para anclajes de varillas roscadas y barras de acero
- Alta capacidad de carga.
- Puede ser utilizado en aplicaciones sobre cabeza sin necesidad de fijación temporal del anclaje.
- No requiere mezcla manual. Mínimo desperdicio y calidad de mezcla constante.
- Rápido curado
- Libre de solvente. Poco olor
- Fácil colocación
- Aplicable con pistola estándar

SIKA URUGUAY S.A.
Tel: 2220 2227*
www.sika.com.uy

CONSTRUYENDO CONFIANZA

